N° 19 15 OCTOBRE 1932

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

DIRECTEUR : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences médicales.

L'homéopathie.

Hahnemann s'installa et vécut les dix dernières années de sa vie à Paris, dans l'espoir de faire rayonner sur le monde entier les principes de sa thérapeutique. Paris resta insensible et la Faculté condamna avec violence sa doctrine. Encore aujourd'hui aucune chaire officielle n'a été affectée à l'homéopathie...

L'hôpital Saint-Jacques, hôpital privé, a organisé cette année un cours sur l'homéopathie. Ayant été opprimés, les homéopathes ont quelques raisons d'être agressifs. Dans son premier cours (13 novembre 1931) Allendy a soutenu l'impossibilité de suivre, dans la pratique médicale, tantôt la doctrine allopathique, tantôt la doctrine homéopathique. Il faut se décider soit pour l'une, soit pour l'autre et suivre ensuite avec intransigeance la ligne. Le praticien doit choisir une métaphysique « ou bien, dit l'éminent philosophe-médecin, admettez le principe de la finalité interne et soyez homéopathes ou bien niez la poursuite d'un but, reconnaissez que tout est chaos, et dans ce cas faites-vous allopathes! » Que le lecteur me permette de trouver l'affirmation d'Allendy audacieuse! Exprimée sur un ton moins tranchant, une hypothèse de ce genre pourrait être accueillie; les idées *a priori*, même fausses, conduisent souvent à des découvertes.

En abordant l'étude de la thérapeutique, je ne saurais me plier à l'exigence d'Allendy. Mais je rejette aussi la continuelle objection des allopathes sur les doses infinitésimales. « Ne plaisantons plus les homéopathes, écrivait Chantemesse[1], les vaccins et les tuberculines n'agissent-ils pas suivant leurs principes? »

Le critique qui examine la thérapeutique contemporaine doit constammennt conserver, au premier plan de son attention la division des maladies en trois groupes :

1° Les constitutions pathologiques.

2° Le début des maladies.

3° Les maladies constituées.

La puissance du médecin va en déclinant de la permière catégorie à la troisième. Homéopathes et allopathes réussissent quelquefois à soulager et à guérir dans les deux premiers cas; ils échouent dans le troisième, sauf rares exceptions.

Les allopathes imprudents peuvent être plus nuisibles que les homéopathes. Mathieu, en fin de carrière, disait ouvertement qu'il avait constaté un plus grand nombre de gastrites médicamenteuses que de gastrites spontanées. Le client est cause de ces désastres thérapeutiques; c'est lui qui exige des potions. L'homéopathe a été bien inspiré en donnant au malade l'illusion d'apporter un remède. La psychothérapie est un puissant levier que l'homéopathe manie mieux que l'allopathe!

Qu'il s'agisse de constitution pathologique ou de début de maladie les moyens simples de l'hygiène suffisent le plus souvent (*Natura medicatrix*). Des règles analogues triomphent aussi de maladies plus

1. Cité par Gilbert CHARETTE : *Qu'est-ce que l'Homœopathie?* Editions médicales, 7, rue de Valois, 1926.

graves. Un homme indépendant et libre pouvant écouter l'instinct, qui lui dicte la meilleure conduite à suivre, survivra ; le pauvre, accablé de soucis, ne tardera pas à périr. Grancher avait des cavernes tuberculeuses aux poumoins avant 30 ans et il mourut à 70 ans; mais l'illustre médecin s'installait à Cambo au lieu de faire son cours à la faculté de médecine de Paris. Le surmenage de la vie moderne, les chagrins et les angoisses sont d'infranchissables obstacles à la guérison. La cure morale de notre époque modifierait ces maux mieux que les doses filées ou torrentielles de nos médicaments.

Les tentatives de la thérapeutique ont cependant un champ d'action. Hippocrate, après avoir lancé sa fameuse formule « *Natura medicatrix* », ajouta que la nature guérit à la condition d'être soutenue et dirigée convenablement. Ainsi le Père de la médecine proclama non seulement la puissance de la nature mais aussi la puissance des médicaments.

L'action des influences physiques et des substances chimiques sur la santé est prouvée par l'observation banale du comportement des êtres dans la nature. La géographie humaine montre comment l'homme se protège de la chaleur, de l'humidité, des vents. Hommes et bêtes recherchent avec avidité le chlorure de sodium. D'instinct, en Roumanie, les jeunes filles mangent de l'arsenic pour se rendre belles et dans le Yunnan les Chinois avalent des iodures pour combattre la constitution goitreuse.

Ainsi le naturiste le plus convaincu ne saurait à bon droit rejeter toute thérapeutique.

Les allopathes et les homéopathes diffèrent en ce que les premiers cherchent à combattre les causes tandis que les deuxièmes aident l'organisme à se débarrasser lui-même de l'état pathologique. Lisez « La doctrine de l'homéopathie française » de Léon Vannier, parue récemment chez Doin. Le célèbre médecin parisien vous enseignera que le symptôme est une réaction de défense de l'organisme et qu'il est dangereux de le supprimer brusquement. Les malades sont douillets et impatients; ils exigent du médecin la suppression immédiate du moindre malaise. Erreur! Le malaise est le seul mode d'avertissement du déréglage de l'organisme. Il y a plusieurs procédés, en cas de constitution pathologique et au début des maladies, pour redresser un rythme vital dévié; le plus mauvais est de supprimer le malaise sans s'inquiéter de l'état sous-jacent qui l'a déterminé. La thérapeutique par les semblables sert d'après Léon Vannier à stimuler le processus de drainage qu'esquisse l'organisme par ses propres moyens.

La physionomie (l'action pharmacodynamique) du remède établit une parenté avec le syndrome présenté par le malade. Une dose diluée du remède stimulera le drainage et aidera l'organisme à se défendre contre la maladie.

L'enseignement des homéopathes, dans certaines questions, est juste. L'attaque des analgésiques, hypnotiques et purgatifs est fondée. Les conseils de Fortier Bernoville[1] qui a clairement mis à la portée de tous, la manière de guérir par l'homéopathie, me semblent judicieuse. Je n'ai jamais pratiqué l'homéopathie et je ne puis discuter les remèdes proposés. M'étant occupé pendant vingt ans de physiologie humaine, je puis faire part aux lecteurs des conclusions auxquelles je suis arrivé. Certaines de ces conclusions sont favorables aux homéopathes :

1° J'ai saisi, dans mes courses à travers le monde, des occasions d'expérimenter sur des blancs, des jaunes, des rouges et des noirs et je puis avancer que la réactivité aux médicaments est très variable. Une grande erreur est de conclure de l'animal à l'homme. Comparer la physiologie de l'homme à la physiologie du lapin est le vice fondamental qui a permis de mettre en circulation tant d'absurdités thérapeutiques! Je confiais autrefois à Gley mon désir de soutenir en Sorbonne une thèse de doctorat ès science sur la physiologie humaine. « Jamais votre thèse ne sera acceptée! » s'écria aussitôt mon vénéré maître. Voilà pourquoi j'ai gardé mes documents dans des cartons.

2° Suivant le moment la réaction d'un même sujet varie. Le rythme est la loi de toute vie. Suivant le moment du rythme où s'insère une action pharmacodynamique, les effets sont différents. Les anciens médecins étaient arrivés à une grande maîtrise dans le choix du moment où il faut administrer un médicament. Aujourd'hui clients et médecins sont trop pressés pour faire attention à ces vétilles!...

3° Quand l'instinct reste normal, besoins et sensations servent à régler le rythme de la vie. L'hygiène, qui remplacera un jour la thérapeutique, saura poser les règles de vie pour chaque tempérament et chaque caractère suivant les variations du rythme aussi bien de la nature que de l'organisme humain[2].

Les homéopathes, s'attachant à une étude psychophysiologique plus minutieuse de leurs patients que les allopathes sont mieux armés pour fixer précocement des indications judicieuses. D'après moi, le

---

1. Dr FORTIER-BERNOVILLE : *Comment guérir par l'Homœopathie ?* Editeur, 1, avenue de Messine, Paris.

2. Henry DUPRAT : *Médecine Homœopathique et Médecine Naturiste* (Maloine, éditeur), essaie de faire valoir des argument en faveur de l'alliance de l'homéopathie et du naturisme.

« Si, par exemple, nous découvrons chez notre malade les indications de Rhus, de Dulcamara, nous le mettrons positivement en garde contre l'humidité, les bains prolongés, les applications humides. Les signes de *Natrum muriaticum*, de *Magnesia muriatica* nous dicteront l'interdiction des séjours au bord de la mer. A une Pulsatilla nous conseillerons les climats frais et froid, l'altitude oxygénée ; à Silicea, les climats chauds, ensoleillés ; à Calcarea carbonica les climats chauds et secs, le bord de la mer, la montagne dans une région sèche et de plateaux ; à Phosphorus Sepia, de petits repas fréquents, à Calcarea carbonica des repas copieux et rares »... C'est bien compliqué !... L'Instinct suffit à chacun pour poser ces indications.

Si le malade est encerclé par les nécessités sociales (l'auteur insiste avec raison sur les rigueurs de notre époque) à quoi sert de savoir ce qu'il faut faire, puisqu'il est impossible de se soumettre aux strictes lois de sa nature propre ?

succès des homéopathes tient à ce qu'ils s'attachent aux petits états pathologiques dans lesquels le médecin peut encore agir, tandis que l'allopathe accueille avec ironie les malades qui ne présentent pas des signes objectifs précis au niveau d'un organe déterminé (or quand ces signes existent l'impuissance thérapeutique est presque complète).

L'homéopathe est plus souple que l'allopathe; il cherche à individualiser le traitement. Dans la syphilis, tandis que l'allopathe suit une règle constante, l'homéopathe adapte exactement sa thérapeutique au cas particulier. L'homéopathe est dans la bonne voie. Il y a des types innombrables de syphilitiques. La malariathérapie a rendu attentif à un fait qu'on aurait pu observer plus tôt : à Java où la malaria sévit, on n'observe ni paralysie générale, ni complication nerveuse de la syphilis.

La découverte moderne des sécrétions internes a été acceptée par les homéopathes. L'opothérapie serait utile mais à faible dose! Les physiologistes admettent juste le contraire. Si une glande est détruite il paraît utile d'apporter à l'organisme la quantité d'hormone sécrétée par la glande avant qu'elle ait été détruite. L'insuline ne produit un résultat qu'à forte dose et si la folliculine échoue si souvent c'est précisément parce qu'on ne peut apporter à l'organisme la quantité de folliculine sécrétée par des ovaires normaux. Contrairement aux allopathes et aux homéopathes, je pense que la vogue de l'opothérapie est surfaite. Sauf rares indications les flots de poudre d'organe qu'ingurgitent nos contemporains ne servent qu'à les détraquer davantage.

Il y a une médecine d'urgence comme il y a une chirurgie d'urgence. Que ces cas graves à l'avenir doivent disparaître par une observance des règles de l'hygiène, j'en suis persuadé. Mais, en fait, cette médecine d'urgence possède à l'heure actuelle un champ d'action très étendu. Dans ce domaine les allopathes triomphent. J'ai exercé la médecine dans quatre continents et j'ai remporté des succès en suivant l'enseignement des Marfan, des Netter dans la lutte contre les maladies infectieuses et en écoutant les conseils sur le paludisme de mon maître Pontano, de Rome. Je me souviens enfin avoir guéri à l'armée d'Orient un œdème en pèlerine provenant d'une adénite médiastinale syphilitique en doublant les doses classiques de néosalvarsan; je poussais l'injection lentement; je vérifiais de temps en temps la pression artérielle pour éviter une crise nitritoïde (Milian).

En 12 heures l'œdème en pèlerine avait disparu!

Des constitutions et des maladies sont grandement influencées par les cures d'altitudes, et la diathermie... pourquoi en priver les malades?

La tuberculose est arrêtée dans son évolution par des mesures sociales. Léon Bernard a déjà sauvé plusieurs armées de tuberculeux. Pourquoi fermer les yeux devant des miracles aussi éclatants?

Baudouin supprimant momentanément la douleur de la névralgie faciale est un bienfaiteur. Pourquoi ne pas essayer de l'imiter?

Enfin quelle responsabilité assumerait l'homéopathe qui laisserait passer le moment où le chirurgien peut encore éloigner les complications mortelles d'une mastoïdite!

Pour résumer :

1° Les principes naturistes sont les meilleurs; mais il faudrait inculquer aux hommes la sagesse. Ils ne sont pas encore préparés à l'accepter. En suivant les principes naturistes, les maladies n'existeraient plus. Nous n'aurions plus à parler de thérapeutique.

2° L'homéopathie peut redresser certaines constitutions, aider le malade à arrêter le développement d'une maladie reconnue à son début, grâce à une pénétrante analyse psycho-physiologique.

3° L'allopathie triomphe dans la médecine d'urgence.

4° Tous les médecins doivent savoir appeler le chirurgien à temps (lui aussi a une grande puissance mais de courte durée).

5° Les maladies qui ne sont pas reconnues au début s'organisent lentement d'une manière traitresse. Les chirurgiens, les allopathes, les homéopathes sont impuissants!

A l'heure présente, il faut encore être éclectique. Favorable à l'homéopathie, j'en condamne le fréquent systématisme. Les esprits systématiques privent leurs malades de tout ce qui ne cadre pas avec leur système. En cachette homéopathes et allopathes se servent des bons remèdes de leurs adversaires. On m'a cité le cas d'un homéopathe atteint de goutte: à chaque crise il s'empressait de saisir une préparation à base de colchique au lieu d'aller demander à Nebel d'interroger sa zone hypophysaire à l'aide de son pendule magique!... Sa conduite me paraît sage.

J'ai retenu pour la fin de cet article la prétention plaisante des homéopathes d'être plus rationnels que les allopathes.

A notre époque de relativisme il est déplacé de remettre la *Raison* sur un trône. La science elle-même est devenue relative et notre pauvre médecine, criblée d'incertitudes pourrait prétendre au rationalisme intégral? Soyez plus modestes, messieurs les homéopathes!

Chiron rapporte l'observation d'un malade atteint de vertige le matin et en sortant de table. Oppression en montant les escaliers. Réveil la nuit avec angoisse. Pression artérielle 24. Cette physionomie pathologique correspond à la physionomie pharmacodynamique de Baryta Carbonica 30e.

Traitement par Baryta carbonica 30e.

Au bout de 2 mois la pression artérielle est de 19.

Cette petite narration paraît rationnelle. Mais les homéopathes sont trop avertis de la valeur de l'hygiène pour que Chiron n'ait pas ajouté de ces petits conseils qui valent mieux que les drogues. Sont-ce les conseils — et les conseils sont mieux suivis par les clients d'homéopathes parce qu'ils ont la foi —

ou les drogues qui ont déterminé la chute de la pression artérielle?

D'ailleurs les médecins ne savent pas encore qu'une pression artérielle prise une fois dans la journée n'a aucune signification. J'ai obtenu dans une même journée des différences plus grandes dans la pression artérielle que Chiron en deux mois en ne faisant rien sinon d'observer les variations spontanées de la pression artérielle aux différentes heures de la journée[1].

Les allopathes prétendent aussi être rationnels. Mon maître Pontano m'expliquait que dans la pernicieuse palustre les petits vaisseaux de l'encéphale étaient obstrués par des hématozoaires. La quinine *per os* seule n'agit pas, ne pouvant se mettre en contact avec les hématozoaires à l'abri dans leur repaire éloigné. Un lavage du sang par une abondante irrigation de sérum physiologique charrie les hématozoaires dans la circulation générale. Grâce à cette manœuvre le milieu intérieur contient à la fois les hématozoaires et la quinine. Dès lors l'action destructive de l'hématozoaire par la quinine peut s'accomplir.

Le raisonnement de Pontano est plus solide que celui de Chiron; mais je reconnais qu'il n'est pas parfait. L'obstruction des vaisseaux encéphaliques par des bouchons d'hématozoaires est une constatation anatomique faite sur des cadavres. Pontano n'avait pas vu l'injection intraveineuse de sérum physiologique dissoudre le bouchon parasitaire et répandre des hématozoaires libres dans le système vasculaire du corps. D'autre part l'action spécifique de la quinine sur l'hématozoaire n'est pas démontrée. Ainsi, à être pointilleux on détruirait le raisonnement vraisemblable du maître. Les raisonnements en médecine sont tenus dans des trames d'hypothèses. Le raisonnement doit servir en médecine à tenter de nouveaux essais. Les efforts des chercheurs sont souvent couronnés de succès. Mais, sachons dissocier les idées et n'ayons pas la prétention ridicule d'avoir bâti des raisonnements éternels.

Conclusions.

L'éclectisme et l'empirisme, étant donnée la nécessité d'agir vite, régneront longtemps encore sur la pratique médicale. Dans un récent traité de thérapeutique homéopathique[2], Cartier ne dédaigne pas certaines prescriptions des allopathes; il transcrit les meilleures données du naturisme. Je suppose qu'au chevet d'un malade tous les médecins agiront de la même manière : par exemple empêcher le scarlatineux de se gaver d'aliments pour éviter la néphrite, reconnaître à temps un début de mastoïdite pour appeler d'urgence un chirurgien. Ces mesures sont beaucoup plus importantes que l'administration médicamenteuse.

Il faut condamner l'esprit systématique : chacun veut donner son nom à une nouvelle doctrine. Que le praticien se méfie de ces prétentions d'un orgueil malfaisant et qu'il puise les méthodes de soins partout où ils se trouvent, n'obéissant qu'à la volonté de faire le bien.

L'art de la médecine est peu avancé. Nous devrions unir nos efforts au lieu de nous disputer. Le travail le plus urgent est de diagnostic et non de thérapeutique. Nous reconnaissons les maladies trop tard. La seule œuvre importante, qu'une équipe de jeunes chercheurs devrait entreprendre, serait l'étude des syndromes initiaux des maladies. Parmi les homéopathes Léon Vannier a le mieux compris cette grande vérité en décrivant des états prétuberculeux et précancéreux. Quand le médecin saura poser des indications précoces, il aura vaincu les maladies.

René Porak.

1. René Porak : *Anales de la Facultad de Medicina Julio y Agosto*. Montevideo, Avenida General Flores, 2125.

2. François Cartier : *Traité complet de thérapeutique homœopathique*. J.-B. Baillère et fils, 1929.

§ 2. — Art de l'Ingénieur.

L'utilisation industrielle du soleil.

A l'un des nombreux Congrès qui se sont tenus autour de l'Exposition coloniale, au Congrès du Génie civil, il a été présenté par M. Pierre Gandillon deux études intéressantes sur l'art d'utiliser industriellement le soleil.

A la vérité, celui-ci a déjà beaucoup fait pour nous; car nous lui devons la houille, le lignite, la tourbe, probablement le pétrole. Mais tous ces combustibles disparaissent peu à peu. Il faut leur trouver des suppléants. Le bois — œuvre du soleil aussi — ne suffira pas, à beaucoup près. Et puis l'homme est insatiable, et les innombrables machines ont faim. Il faut leur trouver un aliment. Et celui qui paraît devoir durer le plus longtemps, c'est le soleil. M. P. Gandillon entreprend donc de le leur servir tout chaud...

Sa façon de comprendre l'utilisation de la chaleur solaire n'est pas la directe, telle que pratiquée depuis de Saussure jusqu'à Abbot, en passant par Mouchot, Ericsson, Pifre, Tellier, Eneas, Willsie et Bayle, Shuman, c'est-à-dire en faisant chauffer de l'eau par le soleil pour en utiliser la vapeur comme force motrice. Car il a fallu le reconnaître, cette manière est très onéreuse, même sous les tropiques. La manière indirecte adoptée par M. P. Gandillon vaut certainement mieux, bien qu'elle puisse revenir encore cher.

Quelle est cette manière qu'il propose d'appliquer sur la côte des Somalis, et au Vénézuéla, et qui peut être utilisée en beaucoup d'autres parages?

C'est bien simple. Voici une nappe d'eau étendue. Elle est en pays chaud, exposée aux rayons solaires et elle reçoit de l'eau douce des rivières, comme au Vénézuéla, ou bien d'une mer voisine. Il n'est point difficile, avec un certain temps et la connaissance des méthodes techniques, de savoir combien d'eau le soleil lui enlève par évaporation par an. Car il est aisé de savoir combien les rivières ou la mer en

apportent, et manifestement la quantité enlevée est égale à la quantité apportée puisque le niveau reste constant.

Et après, demandez-vous?

Après, M. Gandillon met en route des travaux importants. En Afrique, il établit un barrage entre la mer et le lac salé. Au Vénézuéla, il établit des canaux de dérivation par où les rivières vont — dans la mesure où il convient — rejoindre la mer sans passer par le lac.

Ce qui arrive, une fois cette besogne faite, on le devine sans peine. Le niveau du lac baisse. Et le calcul fait voir de combien de mètres il va baisser par an, et quel il sera au bout de 10, 20, 50 ans.

Et après, demande encore le lecteur? C'est bien simple. M. Gandillon obtient une dénivellation de 60, 100 mètres, en un temps donné, et il commence des travaux importants : l'établissement d'usines hydro-électriques, qui travailleront sous chute de 60, 100 mètres au plus. Car une fois le lac abaissé au niveau voulu, on laissera entrer, par conduites forcées, la quantité d'eau nécessaire, et on recueillera et transportera le courant électrique. On ne laissera entrer qu'autant d'eau qu'en peut évaporer le soleil : un peu plus toutefois, car il ne faut pas oublier que l'assèchement d'une partie du lac va livrer à l'agriculture des terres fertiles, cultivables, mais qu'il faudra bien arroser et irriguer pour qu'elles donnent le rendement optimum.

Le lac de Maracaïbo, car c'est de lui qu'il s'agit, au Vénézuéla, constituera une véritable mer intérieure, d'une superficie de 22 000 kilomètres carrés, 40 fois celle du lac de Genève, au centre d'une région riche en puits de pétrole, et très probablement pourra-t-on accroître le nombre de ceux-ci en faisant des forages dans la partie asséchée du lit du lac.

D'après les données recueillies, ce dernier pourrait être asséché par le soleil en moins d'un siècle : mais en réalité, il ne serait pas nécessaire de supprimer totalement le lac : il suffirait de le réduire de moitié comme superficie.

Le lecteur qui voudrait en savoir plus long sur le curieux projet trouvera dans la notice publiée une documentation qui le renseignera plus amplement.

Ce qu'il faut spécialement retenir, c'est la façon indirecte, détournée, de mettre le soleil à la disposition de l'industrie.

Sans aucun doute, la méthode serait applicable sur beaucoup d'autres points du globe.

Sur la côte des Somalis, il s'agit d'assécher pour obtenir une hauteur de chute, et aussi d'utiliser les courants de marée au moyen de docks flottants. En tout cas, c'est par quoi M. Gandillon conseillerait de commencer. Mais il envisage aussi, au moyen de canaux, la possibilité d'établir des rapports entre la mer et certaines dépressions, des lacs à niveau fort inférieur à celui de la première, d'où des chutes qui constitueraient une somme permanente d'énergie à condition de proportionner l'apport quotidien de liquide à l'évaporation quotidienne par le soleil. Car il ne faut pas tuer la poule, si l'on veut qu'elle continue à pondre.

Les projets de M. Pierre Gandillon se réaliseront-ils? C'est ce que l'on verra. En tout cas son étude est intéressante. Elle a été publiée (14, place de la Nation, XII[e]) et donne plus de détails qu'il n'en peut être fourni ici. Et cette façon d'utiliser la chaleur solaire à la production d'énergie est certainement ingénieuse. En fait, c'est celle que John Hodgson développait il y a trois ans dans *The Time-Journey of Dr Barton* (chez l'auteur à Eggington, Beds, Angleterre) où l'auteur prévoyait une utilisation formidable du même genre à la Méditerranée isolée de l'Atlantique par un barrage, abaissée de 200 mètres par l'évaporation, puis servant à produire de l'énergie par les chutes des fleuves qui s'y jettent. Restant navigable toutefois au centre, grâce à des ascenseurs et descenseurs de navires à Gibraltar et à Suez.

Un joli projet d'aménagement de planète.

Henry DE VARIGNY.

§ 3. — Géographie

Mission scientifique de M. Aug. Chevalier en Afrique centrale.

Une importante mission scientifique au Sahara, au Niger et au Soudan est en voie de se rendre, sous la direction de M. Auguste Chevalier, professeur de botanique au Muséum, dans le Sahara, au Niger et au Soudan, pour y faire des études géographiques et botaniques. On sait que M. Aug. Chevalier a déjà accompli plusieurs voyages très importants en Afrique pour se livrer à des études botaniques, et qu'il a organisé les services botaniques du laboratoire colonial du Muséum. C'est par M. Carde, gouverneur général de l'Algérie, et par M. Brevié, gouverneur général de l'Afrique Occidentale Française, qu'il a été chargé de cette nouvelle mission, laquelle est placée en même temps sous le patronage scientifique du Muséum d'Histoire naturelle et de l'Académie des Sciences coloniales.

La mission visitera toutes les principales régions du Sud-Algérien, et en étudiera la végétation, en recherchant toutes introductions de plantes utiles qu'il y aurait lieu de tenter. Elle se rendra ensuite dans la région de Biskra, et y prendra d'excellentes variétés de dattiers pour les transporter dans le Sahara soudanais, où elles n'existent pas encore. De là, M. Chevalier prendra la route Gradis-Estienne pour se diriger vers le Niger. A Reggan, en plein Sahara, sur la bordure du Tanezrouft, il entreprendra, en concours avec la Compagnie générale Transsaharienne, de créer les premières bases d'un jardin d'essais, qui deviendra progressivement une forte station biologique permanente pour l'étude des plantes du désert et de tous les moyens de les acclimater pour les mettre à profit. Il en existe de semblables dans l'Arizona, aux Etats-Unis, et

dans le désert de Karakoroum, au Turkestan russe.

De Niamey, sur le Niger, la mission Chevalier se dirigera vers l'Aïr et le Tchad, en explorant des régions dont la végétation est presque entièrement inconnue. Elle en étudiera la flore et toutes les possibilités agricoles, et elle en rapportera, pour le Muséum, de fortes collections scientifiques.

La mission recherchera en même temps, dans toute cette zone, les régions où abondent des sauterelles, qui y forment des essaims venant, par époques, dévaster soit l'Afrique du Nord, soit l'Afrique Occidentale et l'Afrique Equatoriale. Ce sera intéressant pour étudier la possibilité de leur destruction.

Ce sera ensuite par le Sénégal et le Soudan que la mission regagnera la France, après avoir étudié, dans toute cette autre zone africaine, tout ce qui concerne la culture du coton, du sisal, des arachides et des céréales, afin d'en rechercher tous les moyens d'amélioration.

M. Chevalier sera accompagné, dans ce voyage, de deux aides techniques : M. Rogeon, du cadre des conducteurs de travaux agricoles de l'Afrique Occidentale, et M. Leclercq, ancien élève de l'Ecole d'horticulture de Versailles, qui s'occupera d'un premier aménagement du jardin de Reggan et qui se rendra ensuite dans l'Adrar des Iforas et dans l'Aïr pour y réunir des collections scientifiques.

Cette mission Sahara-Niger-Soudan ne pourra certainement pas manquer d'apporter une riche documentation scientifique sur toutes ces régions africaines que la France met de plus en plus en voie de progrès.

G. Regelsperger.

***

Port-Soudan et son trafic.

Port-Soudan, sur la côte africaine de la Mer Rouge, est un centre de création récente. Il doit son importance actuelle au fait qu'il est le point d'aboutissement de la voie ferrée qui relie Berber, sur le Nil soudanais, à la Mer Rouge[1]. En 1913, Port-Soudan n'était qu'une escale où les bateaux pouvaient charbonner; c'est ainsi que cette année-là il avait reçu, par la voie de Suez 77.000 tonnes de houille anglaise mais sans contre-partie : ses envois en Europe étaient pratiquement nuls.

Puis le rôle de Port-Soudan comme port charbonnier, déclina d'importance, à tel point qu'à partir de juillet 1929 Port-Soudan ne reçut aucune expédition de charbon.

Aujourd'hui, c'est par ses exportations vers l'Europe et les Etats-Unis que Port-Soudan intéresse le trafic du canal et en 1930 elles atteignirent 105.000 tonnes. Port-Soudan est le débouché sur la Mer Rouge d'une région où la culture cotonnière a pris un grand développement : les produits cotonniers (fibres et graines), en 1930, se totalisaient par 80.000 tonnes exportées, soit 76 % des envois totaux de ce port. Les principaux produits exportés sont : le coton, les graines de coton, les gommes, l'arachide, etc. Un fait intéressant à signaler est la forte proportion prise par les exportations de graines de coton de Port-Soudan. En 1930, sur 129.000 tonnes de graines de coton ayant transité par Suez, 57.000 venaient de la région de Port-Soudan qui s'inscrit ainsi en tête des pays exportateurs via Suez, de graines de cotonnier, bien qu'elle soit la dernière venue dans le commerce de ces graines. Le développement des transactions maritimes et du transit à travers la Mer Rouge et le canal de Suez ont aussi amené la création de villes importantes telles que Port-Soudan et, plus récemment, Port-Fouad sur la rive du canal opposée à Port-Saïd.

M. R.

1. *Bull. décadaire de la Cie universelle du Canal de Suez.*

LES PÉRIODICITÉS CHIMIQUES

L'expérience commune nous met, à chaque instant, en présence de périodicités. Pour fixer les idées, il suffit de mentionner l'alternance des jours et des nuits, la succession des saisons, le flux et le reflux des mers, les révolutions des planètes, et les périodicités dont la biologie abonde, comme les stratifications de la coupe des troncs d'arbres, ou les mouvements respiratoires des êtres vivants.

La pratique des sciences expérimentales nous fournit encore maintes occasions d'envisager des périodicités.

En physique, il est question de vibrations, notamment dans les chapitres de l'acoustique, de l'optique, de l'électricité. Le son résulte des vibrations d'un milieu élastique. Les phénomènes lumineux s'interprètent, pour la plus grande part, au moyen des ondulations d'un éther hypothétique. Les radio-ondes et leurs merveilleuses applications, ont découlé de la célèbre découverte, faite par Hertz, de l'allure oscillatoire de la décharge des condensateurs.

Dans le domaine strictement chimique, qui seul doit nous occuper ici, les périodicités, plus secrètes, n'ont été mises à jour que relativement tard. Elles sont de natures très diverses. En dehors de la périodicité des éléments, dont la découverte a eu, sur notre développement scientifique, depuis la fin du siècle dernier, une répercussion fondamentale, la chimie comporte une grande variété de phénomènes, qui jouissent d'un rythme très net dans l'espace ou dans le temps.

Nous dirons quelques mots, pour mémoire, de la classification périodique et de sa signification. Puis nous décrirons, dans leurs traits essentiels, les plus saillants des phénomènes périodiques qui se sont révélés au cours de l'étude particulière des espèces chimiques.

***

Comme l'ont entrevu Lothar Meyer, puis Mendeléef, les éléments chimiques offrent, dans leur ensemble, une périodicité des plus remarquables, lorsqu'on les classe par poids atomiques croissants. Dans le tableau à double entrée, dressé par Mendeléef, il y a, on le sait, analogie de propriétés pour les éléments d'une même colonne.

La périodicité des éléments a pris un sens des plus suggestifs à la faveur des découvertes qui ont rénové notre conception de la constitution de la matière, en particulier grâce à la connaissance de la structure granulaire de l'électricité et grâce à l'hypothèse du noyau atomique.

Nous rappellerons sommairement par quelle voie, dans l'étude des transformations radioactives, la périodicité des éléments a conduit Soddy (1) à la notion d'isotopie.

Un élément radioactif donné émet un rayonnement, en même temps qu'il se désintègre pour aboutir à un autre élément. Selon les lois dites de déplacement, toute désintégration par rayons α provoque une rétrogradation de deux rangs dans le tableau périodique, alors que toute désintégration β correspond à une progression d'un rang. Par suite, on peut prévoir que deux membres distincts d'une même famille radioactive soient susceptibles d'occuper une seule et même place dans le tableau, ce qui advient, par exemple, si le second résulte du premier par une désintégration α suivie de deux désintégrations β. Ces éléments, isotopes d'après la terminologie proposée par Soddy, sont indiscernables par toutes autres propriétés que le poids atomique et le rayonnement. Identiques du point de vue chimique, ils sont, en conséquence, rebelles aux méthodes ordinaires de séparation, dès qu'ils se trouvent associés.

Remarquons accessoirement que la notion d'isotopie, née à propos des éléments radio-actifs, n'a pas tardé à déborder dans la chimie tout entière, pour l'altération profonde de notre conception d'élément. Par exemple, d'après Aston (2), ce que nous désignons par le mot étain ne serait que l'association de onze constituants isotopiques pour le moins partageant, dans le tableau périodique, la case de numéro d'ordre 50.

Cette digression faite, on sait, d'autre part, l'aide efficace que prête au chimiste le tableau périodique, pour l'identification des éléments, en lui laissant soupçonner les propriétés qu'il sied de faire correspondre aux cases encore à pourvoir. En fait, toutes les fois qu'une lacune du tableau a pu être comblée — et à l'heure présente, il ne subsiste plus que peu de numéros vacants entre le numéro 1 (hydrogène) et le numéro 92 (uranium) — les présomptions de la théorie se sont constamment trouvées vérifiées par l'expérience.

Après ce bref rappel de généralités, aujourd'hui classiques, nous passerons aux périodicités des phénomènes chimiques proprement dits.

***

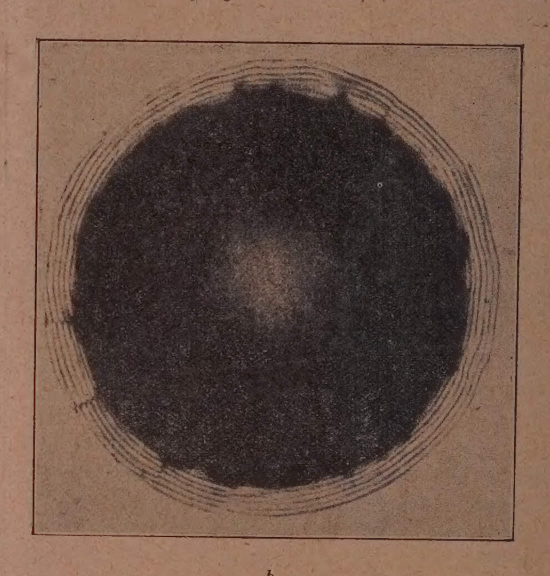
Les structures périodiques, dont il s'agira, tout d'abord, sont consécutives à certaines précipitations.

L'étude de ces structures gagne beaucoup en

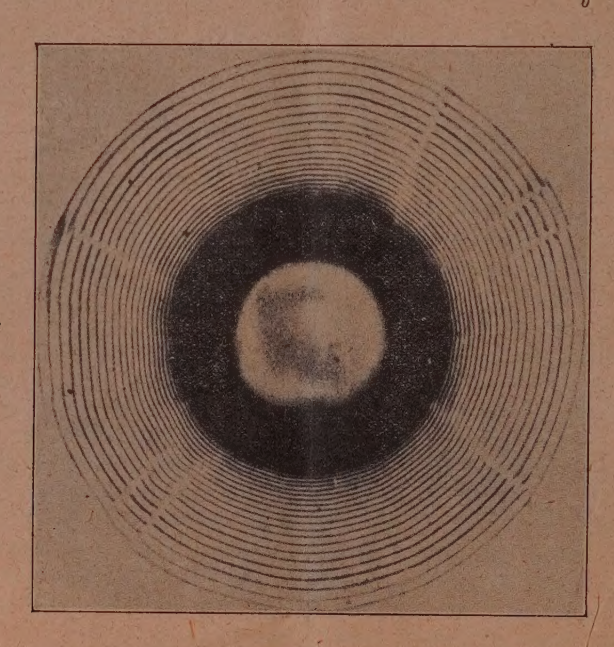
simplicité lorsqu'on opère sous deux dimensions seulement. Pour se placer dans ces conditions, il suffit d'adopter, comme milieu de réaction, un gel formant couche mince.



a



b



c

Fig. 1. — Génération des anneaux de Liesegang.
a. Apparition des premiers anneaux dans les évidements de la collerette.
b. Résolution des protubérances en jonctions d'anneaux.
c. Aspect de la préparation au bout de deux heures.

C'est là, notamment, le procédé qui a permis à Liesegang (3), en faisant réagir au sein de la gélatine le nitrate d'argent sur le bichromate de potassium, de mettre en évidence la stratification curieuse du chromate d'argent précipité. Nous retracerons les principales circonstances des phénomènes.

La manipulation est dénuée de toute complication. Sur une plaque de verre, on coule de la gélatine encore chaude, imprégnée d'une petite quantité de bichromate de potassium. Dès que la substance est prise en gelée, sans être encore sèche, on dépose sur sa surface une goutte de nitrate d'argent en solution concentrée. Le chro-

mate d'argent, résultat de la réaction, est gêné dans sa formation, et sa précipitation, qui a lieu au ralenti, peut être aisément suivie au microscope. Une prise de vues cinématographiques (4) a permis d'en noter les phases successives.

Aussitôt en contact avec la gélatine bichromatée, la goutte, primitivement incolore, se remplit d'un nuage rouge de chromate d'argent, qui ne tarde pas à décanter sur place. Sans s'étendre davantage, la goutte se ceint bientôt d'une collerette rouge compacte, qui s'élargit progressivement.

Après une dizaine de minutes, on voit la collerette s'évider par places, tandis que, dans les évidements, on discerne une stratification extrêmement fine (fig. 1 *a*). Avec le temps, les évidements se multiplient et se creusent toujours davantage, tandis que les strates dont ils sont tapissés prennent manifestement l'aspect de tronçons d'anneaux. Bientôt, les régions compactes se réduisent à de minces et rares languettes, qui s'effilent en forme de protubérances et peu à peu se résolvent en jonctions d'anneaux (fig. 1 *b*). A un moment donné, les protubérances s'effacent toutes, ce qui n'empêche en rien, d'ailleurs, la stratification de se poursuivre. Les anneaux ultérieurs s'édifient, sans paraître ravitaillés par aucun apport visible de matière. Au bout de deux heures environ, la préparation offre un aspect tel que celui de la figure 1 *c*.

La présentation du film cinématographique de la génération des anneaux de Liesegang se pratique en accéléré (5), selon la technique adéquate à certains processus biologiques, tels que la croissance des plantes.

L'inspection d'une préparation de Liesegang révèle immédiatement que les anneaux de chromate d'argent sont de plus en plus larges et de plus en plus espacés, à mesure qu'ils s'éloignent de la goutte. Ils se distribuent suivant une loi simple (6), à savoir que les racines carrées de leurs écarts mutuels sont en relation linéaire avec leurs numéros d'ordre.

Dans des cas assez exceptionnels, la précipitation du chromate d'argent fournit, non des anneaux fermés, mais des spirales ouvertes, simples ou multiples (3).

La figure 2 représente une spirale simple (7), obtenue par l'apposition d'une goutte de nitrate d'argent sur de la gélatine imprégnée de bichromate d'ammonium. Le trait continu, que trace le chromate d'argent précipité, peut être discerné depuis son départ de la goutte. Son épaississement progressif rappelle l'aspect de la coquille de certains mollusques. Dans une telle spirale, la distribution des strates, sur un même rayon vecteur issu du centre de la goutte, ne se traduit plus, aussi fidèlement que dans le cas des anneaux, par la loi de la racine carrée des écarts, que remplace alors, avec avantage, une loi exponentielle.

Au cours du temps, les phénomènes de Liesegang ne cessent de se ralentir, et la fréquence des prises de vues cinématographiques, nécessaire au début, peut être bientôt considérablement abaissée.

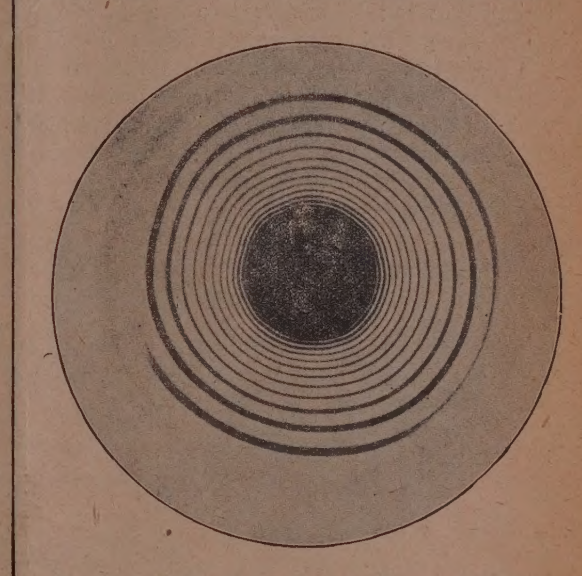


Fig. 2. — Stratification spiralée du chromate d'argent précipité.

L'étude optique (8), au moyen d'un appareil enregistreur, comportant la projection de la préparation sur un papier photographique uniformément déroulé, montre que le domaine des anneaux progresse linéairement avec la racine carrée du temps écoulé.

Ostwald (9) a cherché à expliquer les phénomènes de Liesegang en présumant l'existence d'une solution saturée de chromate d'argent, qui diffuserait avec le nitrate d'argent jusqu'à une région métastable, où se déclarerait brusquement la précipitation. La manière de voir justifierait, dans une certaine mesure, l'existence des zones interannulaires, qu'on a souvent rapprochées des zones de silence de l'acoustique.

D'autres interprétations (10 à 18) ont été basées sur des notions différentes, telles que l'adsorption, la diffusion, la coagulation, la peptisation. La grande variété des points de vue souligne bien la complexité des problèmes soulevés.

La présence du gel ne semble, d'ailleurs, nullement indispensable à la périodicité, puisque les phénomènes se produisent encore par la simple apposition d'un cristal humide de nitrate d'argent

sur une pellicule sèche de bichromate de potassium, étendue sur une plaque de verre (19).

Les phénomènes de Liesegang, qui ont fait l'objet d'une littérature étendue, ont été retrouvés, à un degré plus ou moins marqué, à propos d'autres précipitations, dont par exemple celle de l'arséniate d'argent dans la gélatine (20) et celle de l'iodure de plomb dans l'agar-agar (21).

D'après certains auteurs, la périodicité des précipitations serait à considérer comme un phénomène très général, et pour tout couple de réactifs précipitants, il existerait des conditions favorables à l'édification de structures périodiques. Il appartient aux recherches de l'avenir de vérifier ces prévisions.

ment celle du bichromate de potassium (27), celle du carbonate de sodium (28) et celle de l'acide benzoïque (22).

La diffusion du nitrate d'argent, dans la gélatine, détermine une auréole éventuellement stratifiée (29).

A ces diverses périodicités de structure, nous relierons une autre périodicité statique, concernant le trouble provoqué dans certains systèmes colloïdaux par l'addition d'électrolytes (30). Ainsi la liqueur obtenue par l'addition de chlorure de sodium au sérum humain a une opacité fonction périodique de la concentration de ce sel. La figure 3 illustre le phénomène à diverses températures.

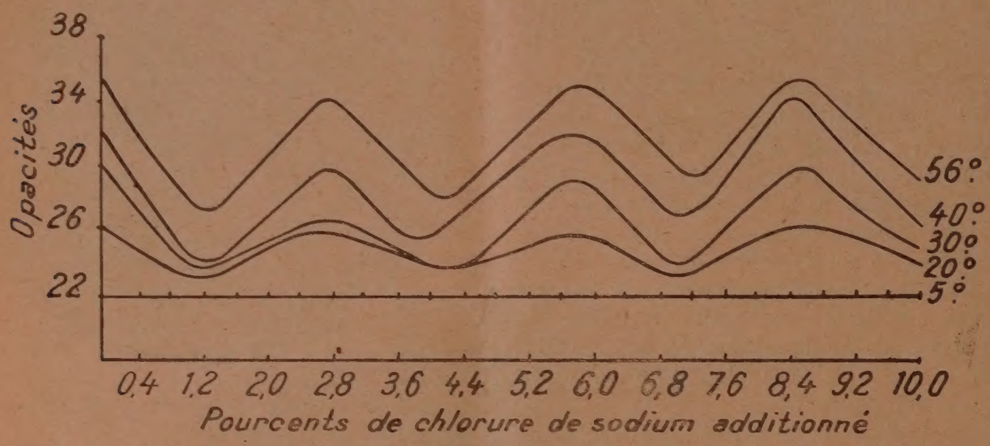


Fig. 3. — Opacité du sérum humain, dilué par des quantités croissantes de sodium, à différentes températures.

Il est possible d'aboutir à des structures périodiques, autrement que par précipitation.

Par exemple, par diffusion, en sens opposés, dans un même tube de gaz chlorhydrique et d'ammoniac, on a obtenu une cristallisation rythmique de chlorure d'ammonium (23).

Par explosion en vase clos d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène, on a obtenu une cristallisation rythmique de vapeur d'eau (25).

La combustion, dans l'oxygène, du magnésium métal et du phosphore rouge conduit à des structures périodiques (24).

L'acide stéarique a été séparé en anneaux concentriques, à partir de solutions d'alcool et d'éther (34).

On a encore obtenu des bandes hélicoïdales consécutives à l'explosion de mélanges d'oxygène et d'oxyde de carbone dans des conditions appropriées (26).

En dehors même de toute réaction chimique, on a réalisé des cristallisations rythmiques, notam-

***

Les réactions qui vont nous occuper, à présent, sont périodiques, non plus dans l'espace, mais dans le temps. Leur étude en est également à ses tout premiers débuts, et a surtout fourni, jusqu'ici des données qualitatives, que nous résumerons dans leurs plus grandes lignes.

Une réaction périodique dans le temps, due à Bredig et à des collaborateurs (31) (32) (33), et qu'on connaît généralement sous le nom de « cœur artificiel » de Bredig, est une de celles qui ont su retenir l'attention. La manipulation consiste à immerger, dans de l'eau oxygénée rendue suffisamment alcaline, une goutte de mercure très propre. La présence du mercure catalyse la décomposition de l'eau oxygénée. La goutte exécute une série de spasmes, consécutifs à des alternatives d'oxydation. Dans des conditions appropriées, on parvient à régler, à raison d'une soixantaine par minute, la fréquence de ces spasmes, qui donnent alors l'illusion des battements du cœur.

Des intermittences se manifestent encore dans une variété d'autres cas, en particulier à propos de l'attaque des métaux par les électrolytes.

Le premier cas d'attaque périodique des métaux par les électrolytes a été signalé par Ostwald (9*b*), qui a relevé les fluctuations très notables du dégagement d'hydrogène qui accompagne la dissolution du chrome métal dans l'acide chlorhydrique.

Depuis l'expérience d'Ostwald, des constatations similaires ont été étendues à d'autres métaux et à d'autres électrolytes. Par exemple, avec Hedges et Myers (22), on peut suivre sur la figure l'attaque périodique de l'aluminium métal par l'acide chlorhydrique, étudiée toujours par la pression du gaz dégagé.

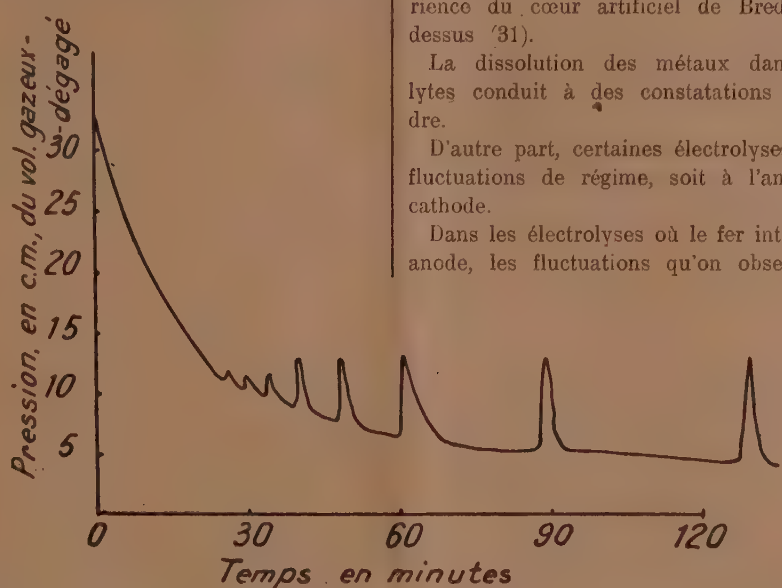


Fig. 4. — Dissolution périodique de l'aluminium dans l'acide chlorhydrique normal à 35°.

Des périodicités caractérisent la passivité du fer à l'égard des acides (35).

Les oxydations peuvent aussi présenter des fluctuations. Notamment le phosphore, sous basse pression, est susceptible de s'oxyder avec des intermittences de luminosité. Ce très curieux phénomène, signalé par Munck et Rosenschold (37), il y a une centaine d'années, a soulevé de longues discussions (38) (39), quant au mécanisme de l'oxydation, dont le pentoxyde est le terme. Pour les uns, l'oxydation aboutit d'un seul coup au pentoxyde. Pour les autres, elle aurait lieu en deux temps, et seulement après une formation préliminaire de trioxyde, la luminescence apparaîtrait dans le second stade de la réaction, correspondant au passage du trioxyde au pentoxyde.

En électrochimie, on est conduit à constater, et des périodicités de forces électromotrices, et des périodicités de régimes électrolytiques.

On a construit des piles, douées de force électromotrice périodique. Tel est le cas de la pile $Hg \mid Hg^2Cl^2 \mid KCl\text{-}n \mid Al$ dont les fluctuations de force électromotrice s'étendent dans le large intervalle compris entre 0,77 et 1,87 volts (40).

En outre, dans certains des phénomènes déjà passés en revue, on relève des différences de potentiel périodiques.

Par exemple, la différence de potentiel entre le mercure et l'eau est périodique dans l'expérience du cœur artificiel de Bredig, décrite ci-dessus (31).

La dissolution des métaux dans les électrolytes conduit à des constatations du même ordre.

D'autre part, certaines électrolyses accusent des fluctuations de régime, soit à l'anode, soit à la cathode.

Dans les électrolyses où le fer intervient comme anode, les fluctuations qu'on observe sont vraisemblablement imputables à la périodicité de la passivité du métal (41) (36).

Des fluctuations anodiques ont été signalées dans l'électrolyse de l'acide chromique (42), ainsi que dans celle des sulfures (43) (44) et dans celle des iodures alcalins (45).

La déposition cathodique du cuivre, à partir d'une solution fortement acide, présenterait des intermittences pour des densités de courant suffisamment élevées (47).

Dans l'électrolyse d'une solution alcaline, avec cathode de mercure, les fluctuations cathodiques qui apparaissent se trahissent directement par les changements d'aspect du métal (41).

Dans un ordre d'idées différent, la chimie biologique fournit aussi de nombreux cas de périodicités.

Entre autres, nous citerons les périodicités qui se manifestent dans l'hydrolyse de l'urée par l'uréase, en présence de phosphate de potas-

sium (48), dans la production de diastase par les cultures d'Aspergillus Niger (49), ainsi que dans la fermentation et dans la multiplication de la levure (50).

*
**

Comme le montre ce compte rendu rapide, il est possible, au laboratoire, uniquement par méthodes chimiques, de susciter des phénomènes périodiques, évoquant plus ou moins ceux dont la nature nous rend témoins.

Parmi les structures périodiques que nous savons obtenir par précipitation, ou même par simple cristallisation, il en est, en effet, qui rappellent notoirement les rythmicités, soit de minéraux, tels que l'agate, soit de produits de l'économie animale ou végétale, tels que les calculs urinaires ou les grains d'amidon. D'autre part, certaines réactions périodiques dans le temps, également à volonté réalisables, offrent des analogies étroites avec les phénomènes d'oxydo-réduction des organismes vivants.

En général, pour les uns et les autres processus, la multiplicité des facteurs engagés oppose à l'interprétation de sérieux obstacles; nous avons constaté combien les problèmes sont ardus, déjà, pour les anneaux de Liesegang, qui pourtant se présentent avec des caractères relativement réguliers et très nets. Mais en dépit des obscurités à vaincre, les périodicités d'ordre chimique ne constituent pas moins, pour la recherche, un sujet de puissant intérêt : devant les résultats acquis, il est légitime d'espérer que la connexité des phénomènes provoqués et des phénomènes naturels laissera, quelque jour, aborder par des voies nouvelles, les énigmes de la géologie et de la physiologie.

Suzanne Veil,
Docteur ès Sciences,
Chef de travaux à l'Ecole des Hautes-Etudes.

BIBLIOGRAPHIE

(1) SODDY : *Chem. Soc. Ann.*, 285, 1910.
(2) ASTON : *Proc. Roy. Soc.*, A, **130**, 302, 1931.
(3) LIESEGANG : *Phot. Arch.*, 221, 1896; *Z. physik. Chem.*, **88**, 1, 1914.
(4) Suzanne VEIL et L. BULL : *C. R.*, 192, 282, 1931.
(5) Suzanne VEIL : Séance Soc. franç. Phys., 18 déc. 1931.
(6) Suzanne VEIL : *C. R.*, **191**, 611, 1930.
(7) Suzanne VEIL : *C. R.*, **193**, 738, 1931.
(8) L. BULL et Suzanne VEIL : *C. R.*, **192**, 682, 1931.
(9) OSTWALD : *a) Lehrb. d. allgem. Chem.*, Leipzig. 1898; — *b)* : *Z. physik. Chem.*, **35**, 33, 204, 1900.
(10) BRADFORD : *Bioch. J.*, **14**, 29, 1920.
(11) JABLCZINZKI : *Bull. Soc. Chim.* (4), **33**, 1592, 1923.
(12) HATSCHEK : *Koll. Z.*, **10**, 124, 1912 : **38**, 151, 1926.
(13) NELL : *Drudes Ann.*, **18**, 323, 1905.
(14) FISCHER et MAC LAUGHLIN : *Koll. Z.*, **30**, 13, 1922.
(15) BECHHOLD : *Z. physik. Chem.*, **52**, 185, 1905.
(16) WILLIAM et MACKENZIE : *J. Chem. Soc.*, **117**, 884, 1920.
(17) OSTWALD, WO : *Koll. Z.*, **36**, 380, 1925.
(18) CHATTERJI et DHAR : *Koll. Z.*, **40**, 97, 1926.
(19) MAC GUIGAN et BROUGH : *J. Biol. Chem.*, **58**, 415, 1923.
(20) RAYLEIGH : *Phil. Mag.* (6), **38**, 738, 1919.
(21) HATSCHEK : *Koll. Z.*, **10**, 124, 1912.
(22) HEDGES et MYERS : *Physico-Chemical Periodicity*, Londres. 1926.
(23) HEDGES : *J. Chem. Soc*, 1848 : 2779, 1929 ; *Rev. Gen. Coll.*, **8**, 193, 1930 ; *Nature* (Londres), **128**, 398, 1931.
(24) COPISAROW : *Koll. Z.*, **54**, 257, 193.
(25) WEST : *Nature* (Londres), **113**, 713, 1924.
(26) CAMPBELL et FINCH : *J. Chem. Soc.*, 2094, 1928.
(27) LIESEGANG : *Z. anorg. Chem.*, **48**, 364, 1906.
(28) HOFSASS : *Z. physik Chem.*, **93**, 754, 1919.
(29) MOELLER : *Koll. Z.*, **20**, 257, 1917.
(30) HOLKER : *Proc. Roy. Soc.*, A, **102**, 710, 1923 ; *J. Path. Bact.*, **25**, 291, 522, 1921.
(31) BREDIG et WEINMAYR : *Z. physik. Chem.*, **42**, 601, 1903.
(32) BREDIG et ANTROPOFF : *Z. Elektroch.*, **12**, 585, 1906.
(33) BREDIG et WILKE : *Bioch. Z.*, **11**, 67, 1908.
(34) KUTZELNIGG : *Koll. Z*, **57**, 292, 1931.
(35) LILLIE : *Science*, **67**, 593, 1928.
(36) FREDENHAGEN : *Z. physikal. Chem.*, **43**, 1, 1903 ; *Z. Elektrochem.*, **11**, 859, 1905.
(37) MUNCK et ROSENSCHOLD : *Pogg. Ann.*, **32**, 216, 1834.
(38) JOUBERT : *Ann. Scient. Ec. Norm Sup.*, **3**, 209, 1874.
(39) RAYLEIGH : *Proc. Roy. Soc.*, A, **99**, 372, 1921.
(40) HEYROVSKY : *J. Chem. Soc.*, **117**, 27, 1920.
(41) SCHONBEIN : *Pogg. Ann.*, **38**, 44, 1836.
(42) LIEBREICH : *Z. Elektroch.*, **27**, 94, 1921 ; **30**, 186, 1924.
(43) KOHLICHEN : *Z. Elektroch.*, **7**, 629, 1901.
(44) KUSTER : *Z. anorg. Chem.*, **46**, 113, 1905.
(45) KREEMANN et SCHOULZ : *Monatsh. f. Chem.*, **33**, 1291, 1912.
(46) FORSTER : *Z. Elektrochem.*, **8**, 500, 1902.
(47) COEHN : *Z. Elektrochem.*, **7**, 633, 1901.
(48) GROLL : *Koll. Z.*, **21**, 138, 1917 ; *Chem. Wekblad*, **16**, 1527, 1919.
(49) WENT : *Proc. K. Akad. Wetensch. Amsterdam*, **21**, 479, 1921.
(50) KOHLER : *Biochem. Z.*, **106**, 194, 1920.

L'IMMORTALITÉ EST-ELLE UN ATTRIBUT DE LA VIE?[1]

« A celuy qui disoit à Socrates, Les trente tyrans t'ont condamné à la mort : *Et nature, eux*, respondit-il »[2]. Ce ne sont pas seulement les juges de Socrate, ni même l'humanité tout entière, mais, semble-t-il, tous les êtres vivants, que la nature a condamnés à la mort.

Prima, quae vitam dedit, hora, carpsit.

Du thème contenu dans le vers de Sénèque, les moralistes ont fait un lieu commun. Et les biologistes eux-mêmes ont souvent rejoint les moralistes : là où Montaigne dit : « Vous estes en la mort, pendant que vous estes en vie »[3], Claude Bernard affirme, au nom de la physiologie : « Il n'y a pas de vie sans la mort, il n'y a pas de mort sans la vie »[4].

Etablir entre la vie et la mort une corrélation si nécessaire, c'est faire de ceci une caractéristique de cela; telle est bien en effet la conception courante : la vie, entre autres attributs essentiels, possède celui d'aboutir fatalement à la mort. Quand Claude Bernard, à défaut d'une définition précise de l'être vivant, recherche ses caractères généraux et les ramène à cinq, le dernier de ces caractères, c'est la mort, par quoi l'individu vivant devient cadavre et « fait retour au monde minéral »[5].

Ce retour au monde minéral, on sait de quelles effrayantes couleurs, ouvrant ses *Leçons d'Anatomie comparée*, Cuvier en a peint le tableau, pour faire apparaître quelle victoire destructrice la mort y remporte. Après avoir présenté à nos yeux « le corps d'une femme dans l'état de jeunesse et de santé : ces formes arrondies et voluptueuses, cette souplesse gracieuse de mouvemens, cette douce chaleur, ces joues teintes des roses de la volupté... »; l'auteur fait brusquement survenir la mort : « Un instant suffit pour détruire ce prestige : souvent sans aucune cause apparente le mouvement et le sentiment viennent à cesser; le corps perd sa chaleur; les muscles s'affaissent et laissent paraître les saillies anguleuses des os; les yeux deviennent ternes, les joues et les lèvres livides. Ce ne sont là que les préludes de changemens plus horribles : les chairs passent au bleu, au verd, au noir; ... et pendant qu'une portion s'évapore en émanations infectes, une autre s'écoule en une sanie putride, qui ne tarde pas à se dissiper aussi; en un mot, au bout d'un petit nombre de jours, il ne reste plus que quelques principes terreux ou salins; les autres élémens se sont dispersés dans les airs et dans les eaux pour entrer dans de nouvelles combinaisons »[1].

Négligeons le côté pathétique de cette description. Mais insistons sur le travail d'écroulement et d'abolition qu'effectue la mort. Là où la vie avait façonné, à l'aide de matières banales prises autour d'elle, un être spécifique, dont la forme était plus essentielle que la matière, la mort ramène cet être à l'état de cadavre bientôt décomposé, c'est-à-dire de matière sans forme; là où la vie, créatrice de différences, avait fait des cellules et des organes divers et hiérarchisés, la mort abolit toutes ces différenciations passagères : « C'est, dit un philosophe, un terrible et admirable retour à l'égalité »[2].

Par là il semble que la vie, dans ses efforts d'organisation et de différenciation, roule le rocher de Sisyphe : la mort inlassable l'oblige sans cesse à recommencer ces efforts. C'est du moins l'opinion que l'on consacre en faisant de la nécessité de la mort une caractéristique de la vie.

Mais en est-il réellement ainsi? Lorsque nous sommes frappés, à l'exemple de Cuvier, par la mort des individus vivants, lorsque nous constatons, avec les savants et les philosophes, quel rôle important est dévolu à la mort dans le cycle de transformations de la matière vivante et non vivante, avons-nous une vue suffisante et juste de la nature? La science actuelle ne nous ouvrirait-elle pas la possibilité de douter de la prétendue nécessité absolue de la mort? Et l'immortalité ne serait-elle pas au contraire un attribut caractéristique de la matière vivante?

***

Depuis que le poète Lucrèce, dans une image classique, a présenté les individus périssables comme des coureurs qui se passent la torche vive, les naturalistes ont maintes fois remarqué que la génération était, pour l'être vivant, une propriété aussi essentielle que la mort, et d'ailleurs inséparable de celle-ci; si les individus meu-

1. Conférence faite à l'Assemblée générale de l'Association Philomathique d'Alsace et de Lorraine, à Strasbourg, le 13 décembre 1931.
2. MONTAIGNE : Essais, livre I, chap. XIX.
3. MONTAIGNE : *Ibid.*
4. Claude BERNARD : Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux, Paris, 1878, t. Ier, p. 128.
5. *Ibid.*, p. 34.

1. G. CUVIER : Leçons d'Anatomie comparée, Paris, an VIII, tome Ier, p. 2-3.
2. Louis LAVELLE : De la différence (*Le Temps*, 27 sept. 1931).

rent, ce n'est point sans avoir, dans les conditions normales, transmis la vie, au préalable, à d'autres individus. La vie se conserve donc d'un individu à un autre, mais c'est au prix d'une telle accumulation de cadavres, que cette perpétuation n'a été longtemps regardée, selon le mot de Johannès Müller, que comme « un semblant d'immortalité »[1]. Il faut arriver à Weismann pour que soit définie, d'une façon précise, l'existence, dans tout organisme, d'une partie potentiellement impérissable, et les travaux modernes issus de la pensée du biologiste de Fribourg sont venus asseoir solidement la notion d'une immortalité effective chez l'être vivant.

« Ce qu'on a appelé la doctrine weismannienne, dit Delage, est un édifice très vaste et très compliqué, comprenant des théories qui se tiennent et constituent un tout harmonique, capable de répondre à toutes les grandes questions biologiques : hérédité, variation, reproduction sexuelle, adaptation, évolution phylogénétique, régénération, etc. »[2]. De ce vaste système, il nous suffira d'exposer, pour notre but spécial, l'une des idées maîtresses.

Puisque tout être vivant au cours de sa vie mortelle, a normalement le pouvoir de se reproduire au moyen de cellules spéciales détachées de son organisme, ses rejetons sont une partie de sa substance et il continue à vivre en eux. Tout ne meurt donc pas en lui, et Weismann peut ainsi dans chaque organisme distinguer deux parties essentielles : l'une mortelle, le corps ou *soma*, l'autre immortelle, les cellules reproductrices ou germinales, dont l'ensemble, par opposition au soma, constitue le *germen*. Soma et germen ne sont pas seulement distincts en théorie, mais sont en fait indépendants l'un de l'autre, quoique juxtaposés dans le même être vivant; ils évoluent de très bonne heure chacun pour son propre compte, et l'on ne saurait trop insister sur leurs caractères particuliers.

Le soma est formé de cellules spécialisées, c'est-à-dire différenciées chacune en vue d'une fonction déterminée; ces cellules ne possèdent en partage qu'une infime parcelle du patrimoine héréditaire total que l'individu a reçu de ses progéniteurs; cela veut dire qu'elles peuvent bien, en se divisant, reproduire des cellules semblables à elles (par exemple, les cellules épithéliales des cellules épithéliales, les cellules cartilagineuses d'autres cellules cartilagineuses, etc.), mais aucune ne pourrait donner naissance à un nouvel individu, à un soma complet : on dit aujourd'hui qu'elles n'ont plus que des *potentialités limitées*. Enfin tous les éléments du soma sont normalement voués à la mort, et la mort de l'individu vivant n'est que la mort totale de ses éléments somatiques.

Au contraire, les cellules qui composent le germen, ou cellules germinales, recueillent dans son intégrité le patrimoine héréditaire transmis par les parents; mises à part dès le début du développement et bientôt emmagasinées dans les glandes reproductrices de l'animal, elles échappent aux différenciations et aux spécialisations du soma, mais possèdent les mêmes *potentialités totales* que l'œuf qui leur a donné naissance; elles sont destinées à fournir à un moment donné, celui de la maturité sexuelle, les éléments reproducteurs ou cellules sexuelles qui seront l'origine d'un nouveau développement complet.

« Les cellules germinales, dit Weismann, sont virtuellement immortelles, en tant qu'elles sont capables de se transformer, dans certaines conditions favorables, en un nouvel individu, ou, pour parler autrement, de s'envelopper d'un nouveau soma »[1]. Bien entendu, cela n'implique point qu'aucune de ces cellules ne périsse jamais en fait : au contraire, elles meurent réellement en très grand nombre, parce qu'elles sont très fragiles, parce qu'elles sont soumises à un grand nombre d'accidents, parce que les conditions où elles peuvent faire usage de leur titre à l'immortalité sont très spéciales et le plus souvent difficilement réalisables (fécondation, etc.). Mais ce qui importe ici, c'est leur pouvoir, effectif dans des conditions déterminées, d'échapper à la mort : elles possèdent une immortalité *potentielle*.

Cette immortalité ne consiste pas seulement à durer jusqu'à la génération suivante en donnant naissance aux individus de cette génération, mais à se continuer *en ligne directe* par les cellules germinales de ces individus-fils. Et la même continuité s'établit ainsi de génération en génération, de telle sorte qu'en partant d'un ancêtre progéniteur, c'est toujours la même lignée de cellules germinales, qui subsiste et se propage à travers toutes les générations, donnant périodiquement naissance à des individus éphémères et s'abritant elle-même dans leurs somas successifs (voir le

1. Indem sich das Leben mit einem Schein von Unsterblichkeit von einem zum andern Individuum erhält, vergehen die Individuen selbst. » (Johannes Müller : Handbuch der Physiologie des Menschen. Erster Band : Zweite verbesserte Auflage, Coblenz, 1835, p. 33.

2. Yves DELAGE et M. GOLDSMITH : Les Théories de l'Evolution, Paris, 1909, p. 127.

1. « ...Die Keimzellen aber sind potentia unsterblich, insofern sie im Stande sind, unter gewissen günstigen Bedingungen sich zu einem neuen Individuum zu entwickeln, oder anders ausgedrückt, sich mit einem neuen Soma zu umgeben. » (WEISMANN, Ueber Leben und Tod, Iéna, 1884, p. 22.)

diagramme de la fig. 1). La distinction du soma et du germen se complète ainsi par la théorie de la continuité de la lignée germinale. Cette continuité est théoriquement indéfinie, et on peut

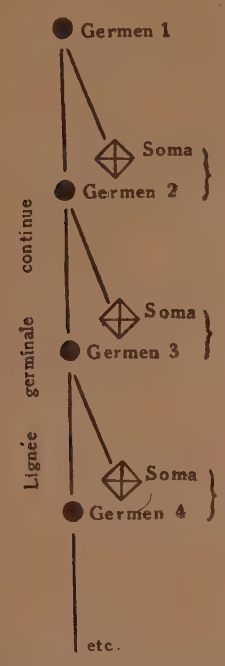


Fig. 1. — Diagramme montrant la continuité de la lignée germinale à travers les générations successives.

dire que grâce à l'immortalité des cellules germinales aucune limite n'est assignée à la vie de l'espèce.

La conception de Weismann, si nous l'adoptons, nous amène à modifier notablement la façon de nous représenter les organismes. En tant qu'hommes, conscients de notre individualité, nous avons l'habitude de considérer que l'être vivant, c'est le corps, le soma individuel; même point de vue pour l'embryologiste qui étudie dans tous ses détails le développement de ce soma, pour l'anatomiste qui décrit sa forme et son organisation spécifique; le corps peut bien détacher de lui quelques cellules douées de pouvoir reproducteur, mais ce n'est là qu'un fait subordonné; et comme le soma est essentiellement mortel, la mort apparaît ordinairement comme le caractère essentiel de tout organisme.

Au contraire, pour le biologiste weismannien, les deux parties composantes de l'organisme prennent une importance relative tout inverse : le soma éphémère n'apparaît plus que comme une formation accessoire, une excroissance passagère, nécessaire sans doute pour assurer abri et nourriture au germen; ce sont les éléments germinaux qui deviennent les véritables porteurs de la vie, qu'ils transmettent sans interruption à travers les générations successives, joignant le passé révolu de l'espèce à son avenir le plus lointain. Et l'immortalité de la lignée germinale apparaît alors comme le trait essentiel de la vie.

Ainsi du moins faut-il comprendre les êtres vivants, si la théorie de Weismann est autre chose qu'une simple vue de l'esprit, si elle se vérifie réellement dans les faits.

Il convient donc de se demander si le weismannisme exprime bien la vraie nature des êtres vivants. Ceux-ci se composent-ils effectivement d'un soma et d'un germen distincts? Et a-t-on le droit de parler, chez les espèces animales, d'une lignée germinale indépendante du soma, indéfiniment continue, immortelle en un mot?



S'il est vrai, selon le mot de Gœthe, qu'un grand esprit se reconnaît toujours au pouvoir de productivité posthume qu'il exerce par ses idées et ses écrits, on ne peut refuser à Weismann le titre de biologiste génial. Comme on l'a déjà remarqué de divers côtés, les spéculations du professeur de Fribourg ont suscité de nombreux travaux, et sur bien des points leurs résultats sont venus démontrer et renforcer la solidité des constructions weismanniennes. C'est précisément le cas pour la théorie de la lignée germinale.

Que chez un organisme adulte les cellules germinales soient nettement distinctes des cellules somatiques, la chose, au premier examen, paraît tout à fait claire. Le germen tout entier est en effet localisé sous forme de cellules reproductrices, ovules ou spermatozoïdes, dans les glandes génitales. Ces glandes renferment bien aussi quelques éléments somatiques, chargés de fonctions accessoires, mais, abstraction faite de ces éléments, on peut presque exactement dissocier le germen et le soma d'un animal par une simple opération de castration; le fait que le corps, après extirpation des glandes génitales, continue à vivre sans troubles [1], prouve bien l'indépendance réciproque de la lignée germinale et du soma.

Mais cette indépendance est beaucoup moins apparente au cours du développement embryonnaire; d'après ce que l'on sait de ce développement chez la plupart des animaux, il ne semble

1. Si la castration, en réalité, entraîne certains troubles physiologiques, ils sont dus, non à l'extirpation des cellules germinales elles-mêmes, mais de certains éléments glandulaires à sécrétion interne qui accompagnent les cellules germinales dans les testicules et les ovaires et font, en réalité, partie du soma. On peut remédier facilement, par l'administration d'extraits de ces glandes, aux conséquences de leur extirpation.

pas, chez l'embryon, exister de cellules germinales; on ne voit que des cellules somatiques qui se multiplient et s'agencent de diverses façons pour constituer peu à peu le corps dans toute la complication de sa structure. Ce n'est que fort tard que l'ébauche germinale fait son apparition, et les cellules de cette ébauche paraissent être simplement des cellules somatiques qui subissent la différenciation génitale, comme d'autres subissent la différenciation musculaire ou la spécialisation nerveuse. Dans ces cas très nombreux, il semble que l'on n'ait nullement le droit de parler d'une lignée germinale distincte, les cellules reproductrices n'étant, apparemment, que des cellules somatiques évoluant dans un sens spécial. Chez les Vertébrés notamment, beaucoup de biologistes, à la suite des travaux de Waldeyer, continuent à croire que les cellules sexuelles ne se forment qu'à une étape assez tardive de l'ontogénèse, aux dépens d'un tissu déjà différencié en épithélium, placé au bord de la cavité générale et nommé *épithélium germinatif*. Ainsi les vues de Weismann ne semblent guère s'accorder avec la réalité.

Pourtant certaines recherches ont apporté dans la science, à l'appui de la thèse weismannienne, des faits d'observation si nets, si démonstratifs, qu'il est aujourd'hui permis de penser que le germen et le soma sont bien réellement distincts dès le début de l'ontogénèse, et que si leur séparation précoce n'apparaît pas chez la plupart des animaux, cela tient sans doute à l'imperfection de nos études, à l'infirmité de nos moyens, qui ne nous permettent pas de reconnaître la lignée germinale de la lignée somatique, sauf dans certains cas favorables, parmi les cellules qui composent l'embryon.

Examinons donc quelques-uns de ces cas favorables, parmi les plus intéressants et les plus sûrement acquis.

Le plus anciennement connu, maintes fois cité dans la littérature biologique, se présente chez un Ver Nématode, *Ascaris megalocephala*, parasite de l'intestin du Cheval. Il a été découvert par Boveri en 1887, étudié en détail par le même auteur en 1899 et 1910, et vérifié par les observations concordantes d'autres savants.

Nous partons de l'œuf, où se trouvent inclus côte à côte, au moins en puissance, le germen et le soma. On peut dire que, dès que cet œuf entre en développement, le premier effet des divisions initiales consiste justement à séparer les deux parties constituantes de l'organisme dans deux lignées cellulaires distinctes (fig. 2). Ces premières divisions, en effet, détachent successivement de l'œuf un certain nombre de cellules à destination somatique pure, *S1*, *S2*, *S3*, *S4*, qui fourniront, par leur division ultérieure, les ébauches de différentes parties du corps bien déterminées. L'œuf, ainsi allégé de ces parties somatiques, se réduit, par l'effet de

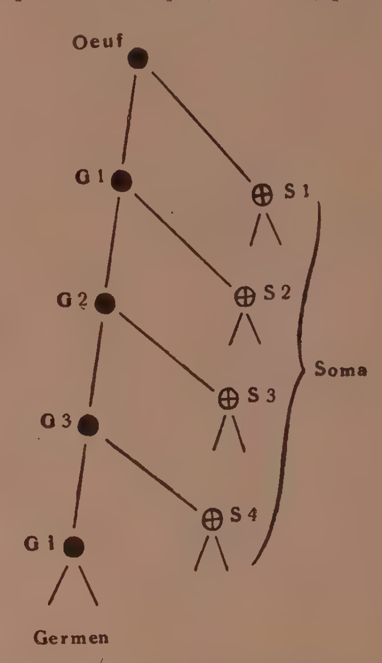
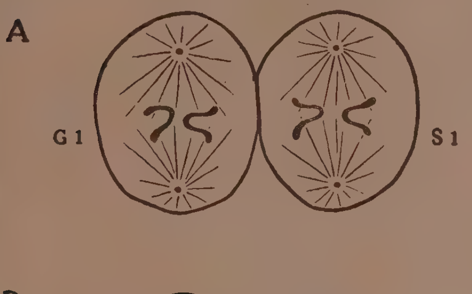


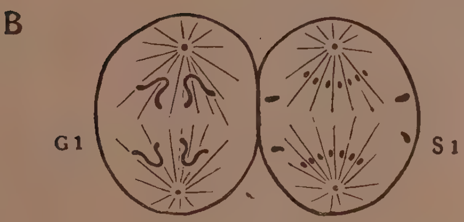
Fig. 2. — Diagramme montrant la séparation du germen et du soma au cours des premières divisions de l'œuf chez *Ascaris megalocephala*. *G1*, *G2*, *G3*, *Gi*, lignée germinale; *Gi*, cellule germinale initiale; *S1*, *S2*. *S3*, *S4*. initiales somatiques.

la 4e division, à une cellule qui ne fournira plus rien à l'édification du corps : c'est l'initiale germinale pure, *Gi*; elle donnera naissance à toutes les cellules reproductrices de l'animal en voie de formation. Par conséquent 4 divisions successives suffisent pour que le matériel somatique et le matériel germinal, qui étaient réunis dans l'œuf, se trouvent dissociés dans des lignées cellulaires distinctes, autrement dit pour que le germen se trouve définitivement isolé du soma; si l'on considère le nombre énorme de divisions cellulaires successives qui sera nécessaire pour parfaire l'édification de l'organisme, on voit que la *ségrégation du germen* s'opère à un stade très précoce. Et on voit aussi qu'il y a continuité parfaite entre les cellules reproductrices des progéniteurs qui ont formé l'œuf, celles du nouvel animal, issu de cet œuf, et, peut-on ajouter, celles de tous ses descendants : c'est la continuité du germen à travers les générations successives, telle que la postulait Weismann sous sa forme la plus théorique.

Ce qui vient encore ajouter un grand intérêt au cas de l'Ascaris, c'est le phénomène cytologique qui survient dans les cellules somatiques et qui

leur imprime dès le début, par rapport à l'œuf et aux cellules germinales, un caractère particulier. On sait que dans toute cellule en division le noyau se résout en anses chromatiques ou chromosomes, et que le phénomène le plus précis de la karyokinèse consiste en un clivage longitudinal des chromosomes dont les moitiés respectives se séparent et se répartissent entre les deux noyaux-fils. C'est ce phénomène normal qui se déroule dans les cellules de la lignée germinale (*G1*, *G2*, *G3*, *Gi*) : les chromosomes, au nombre de 2 (fig. 3, A), se subdivisent en demi-anses allongées, qui se distribuent aux deux cellules-filles (fig. 3, B). Au contraire dans chaque cellule à destination somatique, *S1* par exemple (fig. 3, A et B), les chromosomes, lors de la division, éliminent leurs extrémités renflées qui tombent dans le cytoplasme et s'y résorbent rapidement, tandis que la partie centrale, seule, sous forme de granules chromatiques, prend part à la karyokinèse et formera les noyaux-fils. Autrement dit, à chaque génération cellulaire, l'élément de caractère germinal distribue à ses cellules-filles des anses chromatiques entières, tandis que les cellules somatiques initiales ne transmettent à leurs cellules-filles qu'un stock de chromatine *diminué*. Cette différence de la teneur en chromatine entre la lignée germinale et les éléments du soma, Boveri n'hésite pas à y voir le fondement même de la différence de nature et de potentialités des deux sortes de cellules. Le fait de conserver et de transmettre dans toute son intégrité le stock de chromatine contenu dans l'œuf est certainement en rapport avec la totipotence et l'immortalité des cellules germinales; si au contraire les cellules somatiques n'ont que des potentialités limitées et une vie éphémère, il est bien difficile de n'en pas trouver la raison dans le fait que ce sont des éléments diminués quant à leur noyau. On ne pouvait apporter à la théorie de Weismann une plus belle et plus précise consécration de fait, et le « phénomène de Boveri » est resté justement célèbre.





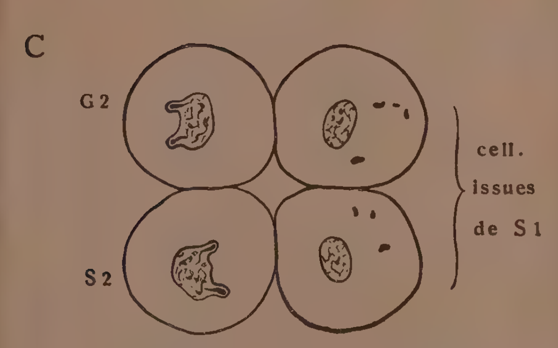


Fig. 3. — Phénomène de la diminution chromatique dans les cellules somatiques initiales de l'Ascaris. — *G1*, *G2*, cellules germinales; *S1*, *S2*, cellules somatiques. — *A*, stade à deux cellules, *G1* et *S1*, en voie de division. — *B*, division un peu plus avancée; *S1* élimine les extrémités de ses chromosome. — *C*, stade à quatre cellules; remarquer la forme différente des noyaux au repos, suivant que les cellules ont subi ou non la diminution chromatique; celle-ci va survenir maintenant dans *S2* lors de sa division prochaine.

Il est un autre groupe d'animaux qui a fourni aussi sur ce sujet des données précieuses : c'est celui des Insectes. Tout d'abord on a retrouvé chez les Diptères du genre *Miastor* (Kahle en 1908, Hegner en 1912) des phénomènes extrêmement semblables à ceux de l'Ascaris : ségrégation précoce du germen sous forme d'une seule cellule génitale primordiale, filiation directe des cellules reproductrices d'une génération à la suivante, diminution de la chromatine dans les cellules somatiques. Il y a là un ensemble de faits, qui, pour se retrouver dans des animaux aussi différents qu'un Nématode et un Diptère, prennent une très grande signification.

Mais chez *Miastor* on constate encore autre chose (fig. 4, A) : parmi les 8 noyaux issus des 3 premières divisions de segmentation, l'un d'eux, *n. g.*, celui qui représente le germen, le seul qui conserve des chromosomes complets, va se localiser au pôle postérieur de l'œuf, au milieu d'une masse spéciale de protoplasme fortement colorable (*pl. p.*) que Kahle a nommé « plasma polaire » (« polares Plasma »). Cette région protoplasmique se sépare alors du reste de l'œuf par une cloison (fig. 4, B), et constitue ainsi une cellule postérieure qui est la cellule germinale primordiale, *Gi*. A ce stade très précoce de son développement, l'œuf est donc nettement décomposé en deux parties : l'une antérieure, la plus volumineuse, ne contenant que des noyaux *diminués*, et qui formera tout le soma de l'animal; — l'autre posté-

rieure, beaucoup plus petite, ayant hérité à la fois et du plasma polaire et d'un noyau à chromatine intégrale, et qui représente le germen : d'elle naîtront en effet toutes les cellules reproductrices. Or, le plasma polaire préexistait dans l'œuf, avant même le début de tout développement : on peut donc dire que le germen, déjà préfiguré matériellement, était distinct du soma avant toute segmentation, et le cloisonnement cellulaire, en isolant une cellule germinale primordiale, n'a fait qu'accuser cette séparation préexistante.

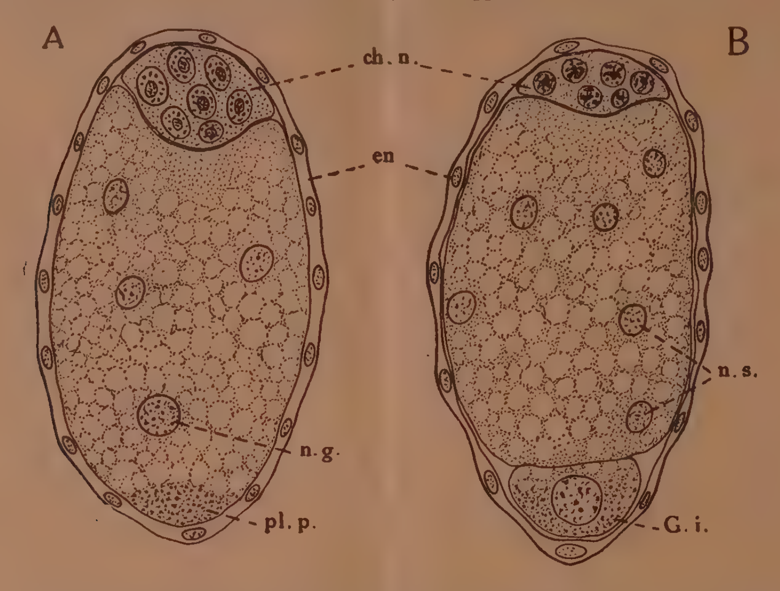


Fig. 4. — Séparation précoce du soma et du germen chez *Miastor americana* Felt (d'après Hegner, un peu modifié). — *A*, segmentation au stade 8 ; sur les huit noyaux, quatre sont visibles, dont le noyau germinal, *ng*. — *B*, stade plus avancé ; la cellule germinale primordiale est formée, *Gi*. — *ch, n.*, chambre nourricière ; *en*, enveloppe de l'œuf ; *n.g.*, noyau germinal ; *pl. p.*, plasma polaire ; *n.s.*, noyaux somatiques à chromatine diminuée *Gi*, cellule germinale primordiale.

L'existence d'un matériel germinal distinct dans l'œuf de *Miastor* n'est pas un fait isolé. Chez un autre Diptère, *Chironomus*, Hasper en 1911 a décrit au pôle postérieur de l'œuf un « Keimbahnplasma » qui joue le même rôle que le plasma polaire de *Miastor* : il est destiné, avec l'un des 4 premiers noyaux de segmentation, à passer exclusivement dans la lignée germinale.

Chez les Coléoptères, Hegner, dans une série de beaux travaux (1908-1914), a fait connaître le « pole disc » dans l'œuf des Chrysomélides (*Calligrapha, Leptinotarsa*) et suivi entièrement le sort de ce matériel spécial, également lié ici à l'évolution de la lignée germinale. En outre Hegner a montré par l'expérience que le cytoplasme granuleux du « disque polaire » jouait vis-à-vis de la lignée germinale le rôle d'un *déterminant* indispensable : en détruisant ce cytoplasme à l'aide d'une aiguille chaude appliquée au pôle postérieur de l'œuf, ce savant obtenait des larves dépourvues de cellules germinales, c'est-à-dire réduites à leur soma : il opérait une véritable castration dans l'œuf. Tout en démontrant ainsi, par une élégante expérience, la séparation complète, *ab ovo*, du soma et du germen dans ce groupe d'Insectes, il fondait l'importante notion de *déterminant germinal*, applicable à tous les cas où un plasma spécial, différencié dans l'œuf, passe exclusivement dans les éléments du germen, en devient partie nécessaire et caractéristique.

Tout récemment, Geigy (1931) a renouvelé l'expérience de Hegner par une méthode plus précise sur les œufs de la Drosophile (*Drosophila melanogaster*) : après avoir détruit le germen à l'extrémité postérieure de l'œuf par l'action des rayons ultra-violets, il a obtenu des Insectes dont le développement a pu se poursuivre jusqu'à l'état d'imago ; leurs glandes sexuelles étaient complètement dépourvues de cellules germinales, tandis que les autres éléments, d'origine somatique, de ces glandes persistaient normalement. Geigy a donc dissocié, de la façon la plus exacte, le soma et le germen de la Drosophile, et fourni en même temps une nouvelle preuve de la séparation très précoce de ces deux parties de l'organisme chez les Insectes.

Il nous reste à examiner les Vertébrés. C'est là peut-être que nos connaissances ont été pendant longtemps le moins avancées, et bien loin de four-

nir le moindre argument en faveur de la thèse weismannienne, ce groupe animal était au contraire le réduit, d'aspect inexpugnable, où se tenaient solidement les partisans de l'unité de l'organisme.

à former le corps, dans une partie annexielle que l'on nomme l'aire extra-embryonnaire; de là, par des migrations compliquées, elles gagnent la région des futures glandes génitales et y donneront par filiation directe les éléments reproducteurs. Ces

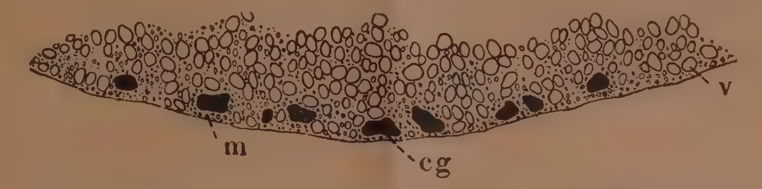


Fig. 5. — Coupe dans le pôle inférieur d'un œuf de Grenouille montrant les îlots de cytoplasme germinal, *cg* ; *m*, mitochondries ; *v*, grains de vitellus.

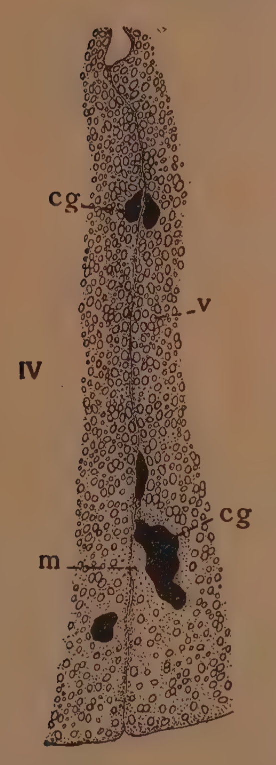


Fig. 6. — Ligne de contact de deux gros blastomères du pôle inférieur de l'embryon de Grenouille, avec plages de cytoplasme germinal, *cg*.

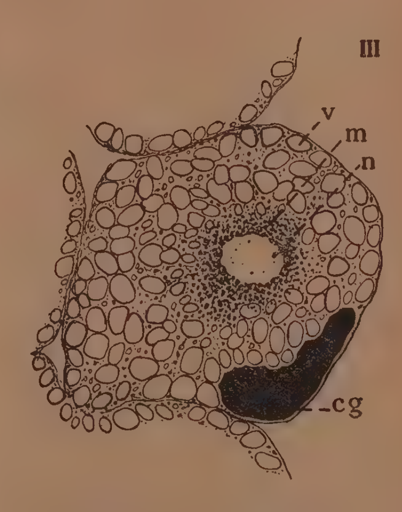


Fig. 7. — Un blastomère à matériel germinal, *cg*, dans une jeune blastula de Grenouille.

Cependant Swift, en 1914, avait annoncé que chez le poulet il existe déjà des cellules germinales bien avant que ne soit constitué, dans le soma du jeune animal, cet *épithélium germinatif*, dont on faisait provenir, à la suite de Waldeyer, toutes les cellules sexuelles des Vertébrés. Swift avait aperçu les éléments du germen à un stade relativement jeune, celui de la *ligne primitive*, où l'on voit se constituer les *feuillets embryonnaires*, première différenciation du soma. Chose curieuse, ces cellules germinales primordiales se rencontrent alors en dehors et en avant de la région destinée données importantes ont été absolument confirmées par divers auteurs, Reagan (1916), J. B. Goldsmith (1928), J. Benoit (1930).

A notre tour, choisissant les Batraciens comme objet d'étude, nous avons entrepris, à partir de 1924, de jeter quelque lumière sur l'existence et l'évolution du germen dans les premières phases du développement de la Grenouille. Avant nos recherches, les éléments germinaux n'étaient connus chez cet animal qu'à un âge relativement fort avancé, celui où le petit têtard, pourvu de branchies externes, sort de ses enveloppes ovulaires

et se met à nager librement dans l'eau : il existe alors une ébauche génitale qui, selon l'opinion la plus répandue, se formait aux dépens du mésoblaste, c'est-à-dire d'une partie de l'embryon déjà entré dans les voies de la différenciation somatique. On peut bien dire que nos connaissances étaient sur ce point extrêmement bornées. En effet, non seulement nous avons pu retrouver les cellules germinales dans la gastrula et la blastula, c'est-à-dire à des stades embryonnaires beaucoup plus jeunes que ceux où on les avait vues avant nous, plus jeunes aussi que ceux étudiés par Swift chez le poulet, mais nous avons pu reconnaître comment s'effectue la séparation du soma et du germen parmi les gros blastomères issus de la segmentation, et même remonter dans notre étude jusqu'à l'œuf lui-même[1].

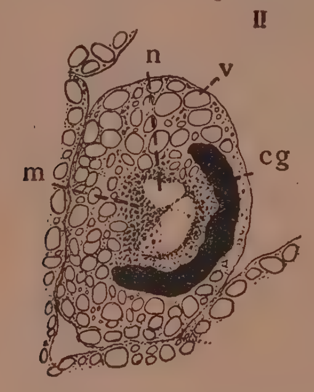


Fig. 8. — Cellule germinale dans une blastula plus avancée, montrant le déplacement intra-cellulaire du cytoplasme germinal, *cg*.

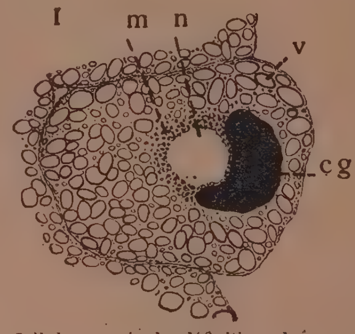


Fig. 9. — Cellule germinale définitive dans une blastual âgée; le cytoplasme germinal, *cg*, coiffe le noyau sous forme d'une zone de Golgi.

Nous avons constaté que dans l'œuf de la Grenouille, tout comme dans un œuf d'Insecte, il existe au pôle inférieur (fig. 5) une mince calotte d'une substance spéciale, *cg*, véritable « plasma polaire », distinct du reste du cytoplasme et destiné au germen. Le jeu de la segmentation répartit cette substance dans quelques-uns des premiers gros blastomères (fig. 6 et 7), où elle forme des plages caractéristiques (*cg*), toujours placées sur l'un des bords de ces cellules : ce sont encore des blastomères de nature mixte, renfermant comme l'œuf lui-même une juxtaposition de matériel somatique et de matériel germinal. La segmentation, en se poursuivant, achève de séparer ces deux sortes de matériel dans des cellules distinctes; au moment où les éléments germinaux, éliminant définitivement par division le cytoplasme somatique qu'ils contenaient jusque-là, deviennent des cellules germinales pures, la plage spéciale (*cg.*) qui les caractérise quitte sa position marginale (fig. 8) et, se rapprochant du noyau, vient coiffer l'un de ses pôles sous forme d'une calotte plus ou moins enveloppante (fig. 9). Nous avons assimilé cette calotte, en raison de sa position juxtanucléaire et de son aspect général, en raison aussi de son affinité pour l'argent et de ses propriétés de coloration, aux formations connues en cytologie sous le nom de *formations golgiennes*, bien



Fig. 10. — Microphotographie d'une cellule germinale dans une blastula âgée de Grenouille imprégnée à l'argent; la zone de Goggi, coiffant le noyau, est fortement imprégnée en noir.

qu'elle ne présente point ici les détails structurés que l'on rencontre d'ordinaire dans ces formations. Au reste ce qui est important pour nous, ce n'est pas tant sa nature cytologique, c'est son rôle de « déterminant germinal », étroitement lié à l'évolution du germen; et c'est aussi le signe distinct dont elle marque les cellules germinales, facilement reconnaissables dès lors, bien que mélan-

1. Voir notamment : *Annales Sc. nat.*, 10e s., t. VIII, 1925; *C. R. Acad. Sc.*, t. CLXXXV, 1927; *C. R. Soc. Biol.*, t. CI, 1929; *C. R. Acad. Sc.*, t. XCC, 1930; *C. R. Soc. Biol.*, t. CVII, 1931; *C. R. Acad. Sc.*, t. CXCIII, 1931, p. 297 et 402. Mémoire en préparation.

gées aux cellules somatiques (fig. 10). C'est grâce à ce signe que nous avons pu suivre les éléments du germen, sans ambiguïté ni lacunes, à travers toutes les transformations embryonnaires, jusqu'au moment où on les voit émigrer dans la première ébauche génitale[1]. En retraçant ainsi, à partir de l'œuf, toute la ligne d'évolution du germen chez la Grenouille, en montrant que sa ségrégation précoce, ici comme chez les Insectes, est liée au passage dans certaines cellules d'un matériel germinal préexistant dans l'œuf, nous avons non seulement fait rentrer les Vertébrés dans la loi commune énoncée par Weismann, mais renforcé singulièrement la valeur et la portée du rôle remarquable que joue le « déterminant germinal » au début de tout développement animal.

Bornons-nous à ces exemples essentiels en ce qui concerne les animaux Métazoaires. Ils sont peu nombreux encore, par rapport à tous ceux où l'on n'a pas reconnu jusqu'ici la continuité du germen. Mais ils ont pour eux l'avantage d'être positifs, tandis que les cas négatifs peuvent s'expliquer par l'état encore très restreint de nos connaissances. Ils sont, croyons-nous, assez probants, pour étayer une manière nouvelle de considérer les animaux, ou plutôt ce qui est essentiel en eux : non plus le soma, malgré son importance apparente, simple « appendice accessoire », toujours renaissant et toujours condamné, mais le germen, véritable porteur de vie, qui traverse sans interruption l'accident des ontogénèses périodiques et qui, par sa continuité parfaite et indéfinie, fait apparaître l'immortalité comme la vraie caractéristique de la vie.

*
**

Ce qui prouve la légitimité de cette conception, c'est que la nature a précisément fait des êtres réduits à cette partie essentielle, le germen, des êtres dépourvus de soma, réalisant donc la condition nécessaire et suffisante pour être *entièrement* immortels. Ce sont les êtres unicellulaires, et pour parler uniquement de ceux dont s'occupent les zoologistes, les Protozoaires.

Considérons par exemple un Infusoire cilié, tel qu'une Paramécie. Cet animal se reproduit par division simple et transversale de son corps : des deux cellules-filles auxquelles il donne naissance, il est impossible de dire : voici la mère, voilà la fille; ce sont deux sœurs identiques qui se sont partagé par moitié toute la substance de l'animal préexistant, sans qu'il y ait le moindre reste inemployé, sans qu'aucune partie vivante soit devenue la proie de la mort. Chacune de ces cellules-filles engendrera à son tour par bipartition deux Paramécies identiques, et ainsi de suite. « Il en résulte, disait Weismann, une série sans fin d'individus, qui sont tous aussi vieux que l'espèce elle-même, qui portent tous en eux-mêmes la faculté de prolonger indéfiniment leur vie au moyen d'incessantes divisions »[1]. Par là se manifeste bien, de la façon la plus évidente, l'immortalité[2] dont jouissent sans restriction des êtres purement germinaux.

Mais la biologie est par excellence le domaine des faits complexes, où nulle notion ne peut s'établir et s'imposer qu'après de nombreuses luttes et au prix de longues recherches accumulées. L'immortalité des êtres unicellulaires, qui paraît une conception si bien en accord avec le mode de reproduction de ces êtres, est devenue le thème de l'une des plus grandes controverses de la science, et depuis que Weismann, en 1882, affirmait cette immortalité dans l'un de ses premiers écrits[3], il n'a pas fallu moins de cinquante années de travaux et de discussions pour qu'elle fasse enfin à notre époque figure de vérité. Là encore éclate le magnifique pouvoir de fécondité posthume des idées de Weismann.

Les naturalistes opposés à ces idées tentèrent d'abord de les combattre, d'une façon purement théorique, à l'aide d'un véritable sophisme qui consistait à confondre la mort et la reproduction : la division, disait-il, termine la vie de l'individu au moment même où deux nouveaux individus se forment. A quoi Weismann répondit : S'il y a mort, où est donc le cadavre? Il est clair qu'ici on ne peut parler de mort qu'en forçant le sens naturel des mots. Et il suffisait, pour faire tomber de telles objections, de rester sur le terrain solide des conceptions usuelles, où l'idée de cadavre est inséparable de celle de la mort.

Mais des objections beaucoup plus sérieuses allaient surgir des travaux d'un observateur remar-

1. On est certain, d'autre part, grâce aux belles recherches de Witschi (1914 à 1929) et de Swingle (1926) que c'est bien à partir de ces éléments germinaux embryonnaires que se formeront plus tard, chez la grenouille, ovules et spermatozoïdes. Par conséquent il est aujourd'hui démontré que la continuité germinale, dans cette espèce de Vertébrés, est sans défaut d'une génération à la suivante.

1. « So kommt eine unendliche Reihe von Individuen zu stande, deren jedes so alt ist, als die Art selbst, deren jedes die Fähigkeit in sich trägt, ins Unbegrenzte und unter steten neuen Theilungen weiter zu leben. » (WEISMANN : Ueber Leben und Tod, Iena, 1884, in-8°, p. 2.)

2. Immortalité *potentielle*, bien entendu : les animaux unicellulaires sont toujours exposés à mourir et meurent par myriades, faute de trouver réalisées autour d'eux les conditions extrinsèques déterminées qu'exige leur fragile existence; mais ce n'est là qu'une mort *accidentelle*; la mort *naturelle* n'existe pas pour eux.

3. WEISMANN (A.) : Ueber die Dauer des Lebens, Iena, 1882, in-8°, 94 p.

quable, Maupas, sur la multiplication et la conjugaison des Infusoires (1888, 1889). Maupas montrait que la reproduction par bipartition ne pouvait, chez ces animaux, se prolonger indéfiniment; au bout d'un certain nombre de générations, les individus de ses cultures tombaient dans un état de dégradation et de dégénérescence, que l'auteur considérait comme un phénomène de vieillesse, une « dégénérescence sénile » : la mort était le terme inévitable de cet état. Et Maupas de conclure : « Les Infusoires ne font donc pas exception à la règle de caducité physiologique, que l'expérience vulgaire considère comme nécessaire et universelle pour tout ce qui vit »[1].

Leurs espèces auraient donc depuis longtemps disparu s'il n'intervenait périodiquement un curieux phénomène, la conjugaison, que Maupas a décrit dans tous ses détails. Disons simplement que la conjugaison consiste dans l'accolement temporaire de deux individus identiques qui échangent une portion de noyau, et, se séparant à la suite de cet échange, reconstituent, chacun pour son compte, leur appareil nucléaire. Cet acte de copulation nucléaire, ou karyogamie, n'est nullement un acte de reproduction, mais il a pour effet, selon Maupas, de rajeunir l'organisme unicellulaire épuisé par une longue suite de bipartitions, « lui restituant, sous leur forme parfaite et intégrale, toutes les énergies vitales caractéristiques de l'espèce. Cet être se trouve donc rajeuni dans le sens littéral et absolu du mot »[2].

Puisque l'être unicellulaire vieillit, puisqu'il meurt de décrépitude si on l'empêche de se conjuguer, il ne pouvait être question de son immortalité. Et comme Maupas appuyait sa thèse sur un grand luxe de faits parfaitement observés et analysés, on put croire qu'il avait définitivement ruiné les idées de Weismann.

Il incombait à d'autres chercheurs de faire de nouveau pencher la balance en faveur du grand théoricien de Fribourg, en montrant que la dégénérescence sénile et l'intervention de la conjugaison étaient les résultats d'un déterminisme extérieur, des phénomènes de caractère en quelque sorte accidentel, introduits par les conditions d'existence des animaux en culture. Parmi les nombreux travaux publiés sur ce sujet, il faut nous contenter d'en citer seulement quelques-uns, les plus démonstratifs.

On ne peut, par exemple, passer sous silence les brillantes expériences de Woodruff. Cet auteur met en train en 1907 une culture de *Paramecium aurelia* dans des conditions de milieu appropriées, choisies en quelque sorte comme les conditions idéales pour la vie de cet Infusoire : cette culture se perpétue pendant plusieurs années sans manifester aucune tendance à la conjugaison, sans donner aucun signe de dégénérescence sénile. Et l'auteur en annonce périodiquement les progrès : 465 générations en 1908, 1238 en 1909, 2500 en 1911, 3340 en 1913, 6000 en 1917 (au bout de 10 ans), 8400 générations enfin en 1921, c'est-à-dire en l'espace de 13 ans 1/2. C'était fournir directement la preuve que l'être unicellulaire est capable de se reproduire d'une façon illimitée, en échappant absolument à la vieillesse et à la mort[1].

Différents auteurs sont venus renforcer cette preuve par l'étude expérimentale des facteurs externes qui peuvent accidentellement déterminer la sénescence et la mort. Parmi ces facteurs, il faut incriminer pour une large part la flore bactérienne qui se développe dans ces cultures; d'une part les bactéries servent d'aliment aux Infusoires en expérience, mais d'autre part elles diffusent dans le milieu des produits de sécrétion et des substances qui souvent exercent sur l'Infusoire une action toxique. Le rôle de ces facteurs bactériens a été étudié d'une façon méthodique par Chatton et Mme Chatton (1923 à 1931); en analysant de la façon la plus précise les conditions physico-chimiques qui déclenchent la conjugaison, ces auteurs ont fortifié l'idée que les phénomènes périodiques de sénescence et de conjugaison, qui souvent donnent à la vie des êtres unicellulaires un caractère cyclique, sont en somme des phénomènes contingents, accidentels, qui ne destituent nullement ces animaux du pouvoir, dans des conditions appropriées, de vivre d'une façon continue, indéfinie, en tant qu'êtres véritablement immortels.

La science actuelle a donc de bonnes raisons d'accepter, à titre de vérité confirmée, la thèse weismannienne de l'immortalité potentielle des êtres unicellulaires. Cette thèse implique que ces êtres sont dépourvus de toute différenciation somatique à vitalité limitée, qu'ils sont, en d'autres ter-

1. Maupas (E.) : Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés (*Arch. Zool. expér.*, 2e s., t. VI, 1888), p. 262.

2. Maupas (E.) : Le rajeunissement karyogamique chez les Ciliés (*Arch. Zool. expér.*, 2e s., t. VII, 1889, p. 434).

1. En réalité, là encore se manifeste la complexité des phénomènes biologiques : en 1914, Woodruff et Erdmann découvraient que sous la parfaite continuité de telles cultures se cachait un phénomène périodique de réorganisation nucléaire, qu'ils nommèrent l'*endomixie* et qui paraissait jouer le même rôle sauveur que la conjugaison. Des recherches ultérieures ont fait voir ensuite que l'endomixie elle-même, tout comme la conjugaison, n'était point liée à une nécessité interne, mais dépendait elle aussi de l'action de facteurs externes, et que dans des conditions d'existence entièrement appropriées les Infusoires se multipliaient indéfiniment sans endomixie comme sans conjugaison.

mes, des organismes réduits au germen. Une lignée de Protozoaires, se multipliant indéfiniment en milieu convenable, est donc tout à fait l'équivalent de la lignée germinale d'un Métazoaire, se propageant sans interruption ni fin à travers la série des générations successives. En un mot, chez les êtres vivants, il y a bien réellement une immortalité, et celle-ci semble être essentiellement une propriété du germen, la mort restant le lot du soma.

Eh bien, nous allons voir que cette mortalité du soma n'est pas une règle absolue, et que dans cette partie même de l'organisme, qui nous paraît si strictement soumise à la loi de la mort, il y a en réalité un pouvoir, sans doute essentiel et primitif, de survie illimitée, que sont venues révéler les études sur la culture des tissus.

***

Les biologistes savent aujourd'hui maintenir en vie des cellules empruntées à un organisme et transportées, *in vitro*, sur un milieu de culture approprié. C'est là une des acquisitions les plus récentes de la biologie expérimentale, puisqu'elle ne remonte guère qu'aux recherches entreprises en 1910 par le Professeur français Carrel à l'Institut Rockefeller de New-York. Pour que des cellules puissent vivre en dehors du soma auquel on les a soustraites, il faut leur fournir un certain nombre de conditions: un substratum matériel approprié, un milieu isotonique, une température convenable, des substances nutritives, et, notamment, du jus d'embryon, c'est-à-dire de l'extrait de tissus embryonnaires, lequel renferme des nucléines particulières, les *tréphones* de Carrel, facteurs indispensables de la prospérité cellulaire. Non seulement il faut préserver les cultures, par une asepsie rigoureuse, de l'envahissement des bactéries et des moisissures, mais il faut encore en éliminer les déchets toxiques résultant de la vie même des cellules; on réalise le plus souvent cette dernière condition par le repiquage fréquent et régulier en milieu neuf.

Par l'emploi d'une telle méthode, dont on se borne ici à donner le principe, les éléments isolés de l'organisme, non seulement continuent à vivre, mais encore manifestent le phénomène le plus révélateur de la vitalité cellulaire, celui de la multiplication: dans de bonnes conditions, ils se divisent et prolifèrent abondamment, et la culture, par l'effet de cette croissance sans arrêt, augmente sans cesse son volume, avec assez de vitesse, par exemple, pour doubler ce volume tous les deux jours. On repique alors, à intervalles réguliers, des parcelles de ce tissu de prolifération, et on peut de la sorte conserver indéfiniment la descendance de la souche cellulaire qui a été l'origine de la culture. C'est ainsi que Carrel et Ebeling ont mis en train, en janvier 1912, une culture de cellules conjonctives (fibroblastes) prélevées sur un cœur d'embryon de poulet; cultivée dans des conditions favorables, cette famille cellulaire vivait et se multipliait toujours en 1924, date où les auteurs annonçaient son 2.254e repiquage; elle continuait d'ailleurs à vivre au delà de cette date, dépassant la durée qu'aurait eue sa destinée dans le soma du poulet auquel on l'avait soustraite, et ne manifestant, *in vitro*, au bout de quinze ans, pas la moindre trace de vieillissement, pas la plus légère baisse de vitalité. Harrison, autre éminent pionnier de la même science, considère l'expérience de Carrel et Ebeling comme « le plus grand exploit singulier accompli dans le champ de la culture des tissus »[1].

Les acquisitions essentielles obtenues dans ce domaine et les vues théoriques qui en découlent ont été plusieurs fois exposées, en ces dernières années, pour le public scientifique[2]. Ne retenons ici pour le moment que les conséquences de la belle expérience de Carrel et Ebeling.

Puisque des cellules prélevées sur le soma d'un animal se montrent, en culture, douées d'une jeunesse illimitée et d'un pouvoir de multiplication indéfini, il faut bien attribuer à ces cellules somatiques une immortalité virtuelle. Ce pouvoir n'est pas le privilège de certaines catégories de cellules à l'exclusion des autres: des expériences de culture sur les tissus différenciés les plus divers d'un organisme élevé, il résulte que toutes les sortes d'éléments du soma sont cultivables. Cela revient à dire que le soma est immortel, à condition que ses cellules soient dissociées, qu'on les fasse vivre en dehors de la solidarité habituelle et normale qui les unit dans l'organisme vivant.

Dès lors la caducité de ce soma nous apparaît comme un effet secondaire, et en quelque sorte accidentel, du rassemblement des cellules somatiques en un tout fonctionnel, des rapports qui s'établissent entre elles à l'intérieur de ce tout, et des actions réciproques qui s'ensuivent. On connaît déjà bien des exemples précis du rôle régulateur que tout tissu exerce à l'égard du développement et de la vie des tissus voisins. Peu importe ici le mécanisme, probablement à la fois humoral et nerveux, de ces interactions. Ce qui paraît certain, c'est que pour les éléments du soma, le pouvoir essentiel d'immortalité se trouve

1. HARRISON : On the status and significance of tissue culture (*Arch. experim. Zellforsch.*, 6, 1928, p. 18).

2. L'étude générale la plus récente — et la plus brillante — est celle de Max ARON : La culture des tissus (*La Presse Médicale*, n° 87, 29 octobre 1930).

inhibé dans l'organisme vivant, comme par une sorte de contrainte et de limitation rigoureuses que, dans cette société complexe et coordonnée, la collectivité fait tyranniquement peser sur chacun des individus. Voilà la théorie de la mort qu'autorise la science actuelle. Et cette mort du soma, résultat de la solidarité des éléments, a masqué longtemps aux yeux des observateurs, l'immortalité potentielle et foncière de chacun de ces éléments.

Immortalité potentielle du germen, immortalité virtuelle du soma, qu'est-ce à dire, sinon que l'être vivant tout entier est doué du pouvoir d'immortalité, encore que bien des circonstances ou accidents viennent limiter dans une large mesure l'usage de ce pouvoir. C'est à juste titre qu'en 1883, à une époque où la science n'avait pas encore vérifié la continuité des lignées germinales et ne possédait point les résultats de la culture des tissus, Weismann, avec son génie prophétique, intitulait l'un de ses exposés théoriques: « Ueber die Ewigkeit des Lebens », *l'éternité de la vie.*

***

En 1888, Maupas écrivait: « L'organisme, dans sa nature essentielle, n'est qu'un mécanisme. Or, tous les mécanismes se détériorent et s'usent par le jeu de leurs fonctions.

« Les mécanismes organiques n'échappent pas à cette loi d'usure et de dégradation »[1].

En s'enfermant dans les termes de cet étroit syllogisme, Maupas nous a donné le droit de dénoncer l'erreur contenue dans ses prémisses, si par hasard sa conclusion venait à ne plus s'accorder avec les faits. Or, ces faits, qu'on les tire de l'étude des lignées germinales, de la culture des Protozoaires, ou de celle des tissus somatiques nourris *in vitro*, prouvent abondamment, nous venons de le voir, que les « mécanismes organiques » ont la faculté d'échapper à la mort et à la dégradation; c'est donc qu'ils ne sont pas entièrement comparables à des mécanismes ordinaires faits de pure matière et soumis à l'usure. Et cela nous amène, après avoir reconnu le pouvoir d'immortalité des êtres vivants, à rechercher ce qui, en eux, est le vrai tenant de cette immortalité.

Point n'est besoin de méditations prolongées pour découvrir que dans notre conception des êtres vivants, il entre deux sortes de représentations distinctes, correspondant à la nature double de ces êtres: ils sont à la fois *matière* et *forme;* par leur substance *matérielle*, ils plongent dans le monde de la *quantité;* par leur substance *formelle*, ils échappent à la mesure et ne relèvent plus que d'une science de la *qualité*[1].

Reconnaissons que l'immortalité des vivants, c'est, d'une part, celle de leur substance matérielle, puisque les cellules germinales qui se multiplient à chaque génération d'une famille animale, et de même les cellules somatiques qui prolifèrent indéfiniment dans une culture de tissus, propagent sans limites la *matière* vivante initiale de l'espèce ou de la culture, en augmentent même sans cesse le volume. Pullulement cellulaire si actif, que ce volume deviendrait littéralement exorbitant, si les destructions accidentelles dans le premier cas, et la main de l'expérimentateur dans le second, n'intervenaient pas pour en éliminer la plus grande partie.

Mais de tels éléments possèdent aussi l'immortalité dans leur *forme*, et sur ce point la culture des tissus a encore fourni de très précieuses indications.

Les premières recherches avaient paru enseigner que les cellules cultivées ne pouvaient subsister et se diviser qu'à la condition de perdre leurs caractères morphologiques, leur structure et leurs différenciations, et de revenir à un type embryonnaire banal, indifférent: elles devaient, croyait-on, subir fatalement une *dédifférenciation;* c'est un tel phénomène que l'on avait vu se produire dans les cultures de tissu rénal effectuées par Champy. Il y avait bien persistance matérielle des éléments, mais non immortalité de leur forme.

Or les travaux effectués ces dernières années à l'aide de moyens techniques plus perfectionnés ont déjà permis de reviser cette notion. Dès 1924, Ebeling, dans des cultures pures d'épithélium, voit les cellules, « conserver l'apparence de cellules épithéliales pavimenteuses, former une membrane continue à la surface du milieu, et, dès que leur croissance se ralentit, fabriquer du pigment en grande quantité », ou bien, dans des cultures d'épithélium thyroïdien, les cellules former des acini glandulaires et sécréter de la substance colloïde active. Et depuis lors les faits analogues se sont accumulés: pour Olivo (1926, 1928), les cellules nerveuses, qui sont parmi les plus spécialisées de l'organisme, conservent en culture leurs attributs essentiels et développent des cylindres-axes; prélevant divers organes sur de très jeunes embryons

1. Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires Ciliés (*Arch. Zool. expér.*, 2e s., t. VI, 1888), p. 271.

1. Cette opposition des éléments de connaissance qui entrent dans le concept d'être vivant exigerait quelque développement, et sans doute aussi, aux yeux de beaucoup de biologistes, une justification. Nous ne pouvons donner ici ni l'un ni l'autre, ni montrer que c'est de ce dualisme irréductible de la nature vivante que découlent les malentendus les plus profonds entre biologistes.

de poulets, divers auteurs voient ces ébauches se différencier normalement en culture: l'œil, dans les expériences de Strangeways et Fell (1926); l'otocyste dans celles de Fell (1929); l'ébauche cardiaque, qui s'accroît et développe des myofibrilles striées, dans celles d'Olivo (1928); pour Murray (1927), qui cultive des tissus de Planaires, les divers types de cellules restent reconnaissables et peuvent être aisément identifiés; pour Fischer et Parker (1929) des fibroblastes provenant d'un embryon de poulet se différencient normalement en chondroblastes sur milieu artificiel et forment du cartilage, et même Fell (1929) voit l'ossification succéder dans certaines de ses cultures à la chondrification, tandis que Friedheim (1930) fait des observations analogues en cultivant du périchondre embryonnaire de Rat; pour Doljansky (1929) les cellules hépatiques gardent indéfiniment *in vitro* leur type particulier. A. Fischer, en 1930, rappelle beaucoup de faits du même ordre: fragments de cœur d'embryons de poulet qui continuent à battre, épithélium de l'iris qui sécrète son pigment caractéristique, cellule cancéreuse même qui conserve toute sa malignité, et il conclut à la constance absolue des caractères cellulaires *in vitro* [1]. On peut considérer maintenant comme acquis que loin de subir une dédifférenciation fatale [2], les cellules cultivées conservent, ou même développent, leur forme et leurs structures propres, en un mot toute leur spécificité morphologique. C'est en tant qu'éléments doués de *forme* que les cellules somatiques sont capables de survivre.

N'en est-il pas de même de l'immortalité des éléments germinaux? Certes, dans une cellule germinale primordiale, même dans un œuf mûr, les caractères de forme sont tellement restreints, en dehors des traits de la constitution cellulaire normale, que l'on prend précisément une telle cellule comme exemple d'élément *indifférent*. Elle n'offre pas de différenciations *visibles*. Et pourtant c'est la cellule la plus riche en potentialités de différenciation. On sait aujourd'hui que les caractères morphologiques de l'espèce sont contenus à l'état de *facteurs* dans le noyau de la cellule reproductrice et que dans beaucoup de cas chaque territoire protoplasmique de l'œuf fécondé a une destination morphologique propre : c'est un véritable plan d'organisation qui est dessiné dans l'œuf, bien qu'invisible à nos yeux, et c'est cette *morphologie* complexe qui se déploiera peu à peu dans ses mille détails au cours de l'ontogénèse.

1. Fischer A. : Ueber Charakter und Spezifitätskonstanz der Gewebezellen. (*Pflügers Archiv.*, 223, 1930, 163-170.)

2. « Dedifferentiation occurs only when defective technics are used » (Carrel : Modern technics of tissue culture and results, *Arch. experim. Zellforsch.*, 6, 1928, p. 74).

Ainsi l'immortalité des êtres vivants ne consiste pas seulement dans leur persistance matérielle, mais dans leur immortalité en tant que *supports d'une forme*, et peu importe que cette forme soit développée en structures visibles, ou qu'elle soit encore, à l'état de *plan organique*, contenue dans une cellule germinale. Ajoutons même ceci: *l'immortalité de la vie, c'est l'immortalité de la forme ou ce n'est rien.* La matière de l'être vivant, elle, en tant que matière, ne saurait se détruire, pas plus que toute autre matière du monde. Quand un animal est mort, la substance pondérale de son soma, les éléments chimiques dispersés de son cadavre, tout cela subsiste; seule la forme du soma accompli s'est perdue. C'est la pérennité de sa forme qui fait avant tout, pour un être viant, son immortalité [1]; c'est elle qui le place dans une position éminente et privilégiée au milieu de la nature brute.

*
**

Position privilégiée, disons-nous, et voici où nous apercevons un privilège. Les physiciens nous apprennent que les phénomènes de la nature brute marchent spontanément dans un sens déterminé: ils tendent sans cesse à abolir les différences existantes, différences de niveau, différences de pression, différences de potentiel; la nature s'avance ainsi vers un état de nivellement, de dégradation et d'usure; c'est sa façon de vieillir, et ce vieillissement, à la limite, aboutira à une véritable mort [2]. On pourrait répéter des différenciations du monde brut ce que Ramond disait des parois du cirque de Gavarni: « Périr est leur unique affaire ».

A cet écroulement incessant du monde brut s'oppose en un saisissant contraste la persistance de la nature vivante dans ses caractères de différenciation. La continuité des lignées germinales, le pouvoir de reproduction indéfini des Protozoaires, la survie possible des éléments somatiques spécialisés, ne font que traduire le pouvoir qu'ont les êtres vivants de défendre et de maintenir, non seulement leur existence en tant que matière, — il n'y aurait là aucune différence avec la nature brute, — mais *leur forme et leurs caractères structuraux les plus compliqués.* Ils échappent ainsi à la marche natu-

1. Elle implique la pérennité de sa substance matérielle, puisque la forme est inséparable d'un substrat fait de matière.

2. Laquelle entraînera bien entendu, mais *seulement par voie d'accident*, la mort des êtres animés, virtuellement immortels.

relle de l'univers vers l'homogénéité et la mort[1].

La même tendance de leur nature propre les met à l'abri de toute transformation inverse dans le sens d'une spécialisation ou différenciation plus parfaite. Les découvertes qui se multiplient sur la continuité du germen et sur sa ségrégation précoce dans le développement embryonnaire, en achevant d'ôter toute vraisemblance à l'hypothèse de l'hérédité des caractères acquis, nous éclairent précisément sur le mécanisme très simple par lequel la forme spécifique se trouve préservée contre tout changement[2]. Les forces de résistance que la vie manifeste, elle les oppose aussi bien à toute innovation de forme, à toute « évolution créatrice », qu'à tout mouvement inverse de dédifférenciation, de dégradation et de mort. L'être vivant reste toujours fidèle à ce *plan organique*, que Claude Bernard découvrait en toute forme animale[3]. La vie est conservatrice des formes. Comme Guillaume d'Orange, stathouder de Hollande et roi d'Angleterre, elle a pris pour devise: « Je maintiendrai[4] ».

***

Ce pouvoir de persistance, que la science est amenée à conférer à l'être vivant, paraîtra peut-être à quelques-uns entaché d'un caractère mystérieux. Et d'abord est-ce là une notion nouvelle? Nullement. Le pouvoir illimité qu'a l'être vivant de maintenir sa forme se déduit comme un corollaire naturel de ce que Claude Bernard appelait les phénomènes de la *création vitale*, lesquels, disait-il, « n'ont pas d'analogues en dehors de l'organisme[1] »; ce sont ceux de *l'assimilation*, et assimiler, *ad-similare*, c'est rendre des substances chimiques banales semblables à la matière vivante, c'est-à-dire les faire entrer dans *telles formes et telles structures spécifiques*[2]. Envisagée sous un autre angle, l'immortalité de la forme, c'est encore *l'hérédité*, par quoi se maintiennent les caractères morphologiques à travers les générations successives. Etudiée par le physiologiste ou par le généticien, l'immortalité, chez l'être vivant, est toujours relative à la forme; toujours elle consiste

1. Dans un livre riche d'idées qui vient d'être réédité sous ce titre : « *Les Illusions évolutionnistes* », le philosophe Lalande soutient cette thèse que tous les changements qui se produisent dans le monde tendent à abolir les différences, à dissoudre les espèces et les individus, et pour lui la nature vivante ne fait pas exception à cette loi générale d'*involution*. Si les faits biologiques que nous venons d'exposer ont quelque signification générale, ne placent-ils pas justement les êtres vivants dans une position exceptionnelle? Et si la catastrophe finale de l'univers doit les précipiter de cette position, ne sera-ce point un accident, plutôt qu'une mort tenant à leur nature? Au reste, toute comparaison entre le monde brut et le monde vivant n'a de sens que si l'on s'en tient à la considération du monde actuel (car ne pourrait-on alors prévoir, comme l'ont fait certains physiciens, une reconstitution possible des différences énergétiques du monde brut?) A rester dans le champ limité de l'expérience humaine, seule source de connaissances solides, on ne peut nier le privilège de l'être vivant. Il est vrai que nous sommes biologiste et l'on va nous dire sans doute : « Vous êtes orfèvre, Monsieur Josse ».

2. Cette constance du type spécifique admet pourtant une certaine marge de variations, les changements étant dus simplement à des combinaisons nouvelles de facteurs existants.

3. Il y a dans le corps animé, un arrangement, une sorte d'ordonnance que l'on ne saurait laisser dans l'ombre, parce qu'elle est véritablement le trait le plus saillant des êtres vivants... La plus simple méditation nous fait apercevoir un caractère de premier ordre, un *quid proprium* de l'être vivant dans cette ordonnance vitable préétablie ». (Leçons sur les phénomènes de la vie, Paris, 1878, t. Ier, p. 50-51.)

4. Il nous sera permis de nous prévaloir de la forme modérée que prend aujourd'hui le transformisme chez ses partisans les plus qualifiés. Ainsi notre éminent maître, le Prof. Bouvier, qui a fait connaître de beaux exemples de *mutations évolutives*, de caractère explosif, transformant d'un seul coup le type de l'espèce, reconnaît la rareté de telles mutations : « Etant donné, dit-il, qu'elles sont le brusque résultat d'une très longue influence sourde et lente du milieu sur les organismes, on doit croire que les familles ou les espèces qui les manifestent à l'heure actuelle ne sont pas très nombreuses, car il faut au milieu probablement des siècles pour les élaborer. » (Mutations évolutives et Transformisme, *Revue génér. des Sc.*, 15 juin 1930, p. 333.)

On lira aussi avec grand intérêt la claire mise au point, très loyale, faite par le Prof. Caullery au Congrès zoologique de Padoue et publiée dans la *Revue génér. des Sc.*, du 30 octobre 1930. L'auteur est d'avis que les phénomènes de l'Evolution ont été des expériences trop grandioses (notamment en ce qui concerne le facteur temps) pour que nous puissions songer à les répéter, et d'ailleurs « la Nature elle-même ne les refait vraisemblablement plus dans le présent et ne les a réalisés qu'à certaines époques, sans que nous puissions en découvrir la raison ». Et il ajoute : « Nous ne connaissons pour le moment, semble-t-il, qu'une nature (vivante) stabilisée. » (p. 572.)

On comprendra notre empressement à souligner, sous la plume des représentants autorisés de l'Evolutionnisme français, de telles déclarations, qui, faisant la juste part aux faits de transformation animale dans le présent, nous laissent toute latitude pour affirmer le grand phénomène prédominant de la stabilité des formes vivantes.

1. Leçons sur les phénomènes de la vie, Paris, 1878, t. Ier, p. 348 : Le phénomène de l'assimilation, dit expressément Claude Bernard, « est particulier, spécial à l'être vivant; cette synthèse évolutive est ce qu'il y a de véritablement vital. Je rappellerai à ce sujet la formule que j'ai exprimée dès longtemps : La vie, c'est la création. » (*ibid.*, p. 40).

2. « Il ne suffit pas, dit Claude Bernard, que les matières soient réunies synthétiquement en principes complexes, il faut qu'elles soient appropriées à l'édification morphologique de l'être vivant. En un mot, les phénomènes de synthèse chimique sont arrangés, développés, suivant un ordre particulier; ils s'enchaînent et se succèdent, selon un plan vital, en vue de ce résultat qui est l'organisation et l'accroissement de l'être végétal ou animal ». (Leçons sur les phénomènes de la vie, Paris, t. II, 1879, p. 52.) On voit que le plus grand des physiologistes antivitalistes, ne craignait pas de reconnaître et d'affirmer la primauté de la forme chez l'être vivant.

à constituer, à défendre, à léguer cette forme d'essence impérissable.

Que la propriété d'assimilation, que l'hérédité soient des phénomènes entachés de mystère, que l'immortalité de la forme reste au fond le grand problème, toujours posé, de la biologie générale, il ne faut point s'en étonner; les naturalistes de toutes les époques y ont parfaitement discerné le centre obscur de toute phénoménalité vitale. Invoquerons-nous comme eux des principes aussi mystérieux que ce qu'ils prétendaient expliquer, l'*âme végétative* des stagyriques, l'*archaeus faber* de Van Helmont, la *force vitale* des médecins de l'Ecole de Montpellier, l'*entéléchie* de Driesch? Non. Puisque nous avons reconnu que l'immortalité est, avant toute chose, l'immortalité de la forme, bornons-nous à constater qu'elle participe du profond mystère de la forme, ou, pour employer un mot auquel Meyerson a donné tout son sens, de son caractère *irrationnel*.

Les biologistes réduiront-ils un jour cet irrationnel? Oui, le jour où ils sauront établir un rapport d'identité entre les *quantités* qu'ils mesurent et cette qualité, la *forme*, qu'il s'agit d'expliquer. Si certains aiment à imaginer, dans une puérile dévotion à Empeiria, que la science effacera un jour tout mystère de la face du monde, nous croyons que ses possibilités sont beaucoup plus modestes et tout aussi honorabbles: elle se borne à définir avec exactitude où est le mystère, à reconnaître ses propres limites.

***

De telles constatations modérées ne sont pas de celles qui suscitent l'enthousiasme du public. Pour finir il eût été plus indiqué de faire miroiter des espoirs très brillants sur les moyens que trouveraient un jour les savants pour assurer l'immortalité au soma complet de l'être vivant, comme Carrel a su la donner à des éléments isolés de ce soma. Que l'on n'attende point de telles perspectives. Nous avons déjà suffisamment indiqué que la condition du soma, comme ensemble fonctionnel, était essentiellement mortelle. Nous mourrons tous, nous et nos arrière-petits-neveux, selon une méthode très ancienne et d'une manière générale, comme eût dit M. de La Palice.

Et pourtant c'est dans ce soma intégral que se réalisent la perfection de l'être vivant, la beauté de sa forme, son exacte appropriation aux nécessités qui l'enserrent, et tout ce qui constitue sa valeur d'*individu*. Que la nature vivante anime le développement de tant de corps parfaits pour les anéantir presque aussitôt, cela nous semble une absurdité. Et plus encore, si nous considérons que la plus haute fonction du monde animé, celle qui fait l'éminente dignité de l'espèce humaine, la pensée, c'est par le soma mortel qu'elle s'exerce. Belle occasion de retourner une phrase célèbre: « L'homme est un roseau pensant, et le plus noble de la nature, mais ce n'est qu'un frêle roseau ». Pensons à tous ceux que la belle image baudelairienne désigne comme des « phares », tous écroulés après une brève lueur; et pensons aussi à tant de modestes lucioles de la forêt humaine, foyers d'ardent rayonnement, dans l'ombre, pour leurs familiers et leurs proches; évoquons le charme incomparable des existences individuelles,

« L'art personnel, les âmes singulières...
« Tout va sous terre et rentre dans le jeu! »

Tout? Faut-il dire tout? Et pour l'esprit de l'homme n'y a-t-il pas une immortalité aussi? Puisque le vaisseau qui porta Virgile ne s'abîma point avec l'œuvre du poète, puisque notre Louvre a pu recueillir la *Pieta* d'Avignon, le *Concert Champêtre* et la *Maison du pendu*, puisque les découvertes d'un Pasteur sont appliquées chaque jour dans tant d'hôpitaux et de laboratoires, et que les affections humaines ne cessent point à la mort de ceux qui les suscitaient, ne sommes-nous pas assurés que de l'homme survit temporellement ce qui est le plus digne de survivre, et que dans le domaine des œuvres de l'esprit, qui sont aussi des *formes* créées par la vie, il règne ce pouvoir d'immortalité, en quoi nous voyons l'attribut essentiel de la nature vivante, sa propriété la plus profonde?

Louis Bounoure,
Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Carrus, *Professeur à la Faculté des Sciences d'Alger.* **Cours de Calcul différentiel et intégral.** — *2 vol. in-8° de 606 et 783 p. Librairie de l'Enseignement technique, Paris,* 1932 (*Prix, broché : 100 et 120 francs*).

En publiant cet ouvrage, l'auteur s'est proposé un double but :

1° donner aux étudiants un cours complet de calcul différentiel et intégral, aussi complet qu'il est nécessaire pour les étudiants des facultés ou préparant les grandes écoles;

2° leur apprendre à raisonner mathématiquement.

Le premier de ces objectifs a été développé de façon très ample, avec de nombreuses applications; les matières traitées sont présentées d'une façon à peu près semblable à celle des traités classiques et l'ordre suivi est assez voisin de celui du cours de M. Goursat.

L'auteur y a inséré les résultats de quelques recherches personnelles : l'étude des *extrema* des fonctions donnant dans le cas « douteux » par une inégalité simple la condition nécessaire et suffisante d'un *extrémum*, en négligeant seulement les infiniments petits du 5e ordre; l'intégration sans signe de quadrature des systèmes incomplets d'équations différentielles linéaires, la généralisation des développées des courbes gauches, les relations entre les rayons de courbure et de torsion de la courbe et de la développée, la mise en relief de l'importance du rapport des deux rayons, la détermination sans signe de quadrature de la courbe gauche la plus générale en fonction des rayons de courbure et de torsion; l'étude des systèmes incomplets d'équations différentielles, leur intégration sans signe de quadrature dans le cas des systèmes linéaires à coefficients quelconques. L'auteur a aussi établi la condition pour reconnaître si un ds^2 est celui d'une surface développable et enfin donné quelques indications sur une étude très apparentée à celle des systèmes triples orthogonaux, celle des familles de surfaces à trajectoire orthogonale plane.

Toutes ces extensions sont naturellement hors du programme du certificat et doivent être laissées de côté s'il ne s'agit que de cette seule préparation.

L'auteur qui a donné son extension presque maximum au programme normal du certificat de calcul différentiel et intégral a cependant laissé de côté, et nous le regrettons, l'étude des fonctions elliptiques, le calcul des variations, qui relèvent du certificat d'analyse supérieure, celle des lignes géodésiques d'une surface.

M. Carrus déclare qu'il s'est astreint à la plus grande rigueur sans aucune sécheresse, à la plus grande clarté dans la démonstration et qu'il a cherché par-dessus tout à ne donner que des démonstrations des plus naturelles proscrivant rigoureusement tout artifice de calcul. C'est un programme que l'on ne peut qu'approuver et qu'il était bien difficile de remplir totalement.

Aussi par endroits pourrait-on peut-être préférer des démonstrations autres que celles qui ont été données.

Mais ce qui caractérise surtout l'ouvrage de M. Carrus c'est le deuxième but qu'il s'est proposé : « apprendre aux étudiants à raisonner mathématiquement ».

M. Carrus a donné à cet objectif une importance capitale en s'efforçant de solliciter pour ainsi dire à chaque ligne l'attention du lecteur par un signe spécial, véritable interrogation d'un professeur à un élève au tableau, à qui il cherche à faire découvrir la suite du raisonnement. C'est là une tentative extrêmement intéressante. L'auteur a résolu ce difficile problème par l'emploi au-dessus de la ligne, chaque fois qu'il l'a jugé convenable, de signes particuliers placés dans le texte, rendus très apparents par un interligne plus grand. Ainsi par exemple : α, signifie : qu'allons-nous faire? β, que devons-nous avoir? *d*, concluez, etc..., etc... Il y a ainsi 27 signes, en caractères grecs ou romains, pourvus ou non d'indices et qui tiennent de cette façon le lecteur en haleine « font travailler ses cellules cérébrales » à la condition, qu'interrompant sa lecture, il veuille bien s'essayer à répondre aux questions posées.

M. Carrus s'est livré là à un travail considérable qui a nécessité non seulement beaucoup d'attention mais un effort patient et subtil pour convaincre ses lecteurs qu'il y a une « méthode de raisonnement » et de la nécessité des démonstrations mathématiques. « Une démonstration, ajoute-t-il, n'est guère qu'un exercice, les définitions posées et un certain nombre de connaissances ayant été acquises..., les démonstrations ne peuvent pas ne pas être ce qu'elles sont. » Ici nous ne serons pas tout à fait de l'avis de l'auteur.

Nous ne serons certainement pas les seuls car le choix des définitions, des concepts fondamentaux, des méthodes d'investigation, paraissent bien comporter une certaine liberté; mais il ne s'agit pas de soulever de pareils problèmes, le lecteur est placé sur le terrain pratique. M. Carrus a cherché à faire réfléchir les étudiants et à favoriser l'activité de leur esprit, cette tentative de l'auteur sera bien accueillie en particulier des étudiants obligés de travailler seuls, mais elle le sera également des autres, et cette entreprise originale ne manquera pas de développer heureusement l'esprit mathématique et l'aptitude à la recherche personnelle.

L. P.

2° Sciences physiques.

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, t. XI. — *J. Springer, éditeur, Berlin,* 1932 *(Prix : 35 m. ; relié,* 36,60 *m.).*

Sous ce titre, la direction du journal *Die Naturwissenschaften* publie annuellement un recueil de rapports concernant les questions d'actualité dans le domaine des sciences exactes. Nous avons maintes fois eu l'occasion de signaler à nos lecteurs le très gros intérêt de cette publication, qui donne véritablement une idée exacte du dernier état de nos connaissances sur les problèmes qui ont été le plus à l'ordre du jour pendant l'année écoulée. La valeur de cette mise au point tient d'abord au choix judicieux des questions traitées, mais elle tient surtout à ce que chacune d'elles a été confiée à un spécialiste éminent, de préférence à un des savants dont la contribution personnelle s'est avérée notable dans le domaine dont il s'agit. C'est ainsi que les astrophysiciens liront avec intérêt le rapport de F. Becker sur *le système stellaire local* et celui de Bottlinger sur *la rotation de la galaxie.* Ils éprouveront peut-être quelque déception de voir que dans ce dernier rapport les travaux théoriques de M. Mineur ne sont mentionnés nulle part, mais cette déception ne saurait s'accompagner de surprise pour qui connaît les habitudes de documentation d'outre-Rhin. Une réflexion du même genre s'impose à la lecture du beau rapport de Kirchner sur *les interférences d'électrons et de rayons X:* le nom de M. Ponte ne figure pas dans la bibliographie du sujet, bien que ce physicien français ait joué dans l'étude de ces questions un rôle de premier plan. Les spectroscopistes liront avec intérêt l'exposé de Kallmann et Schüler sur *la structure hyperfine et le noyau atomique* ainsi que celui de Rubinowicz et Blaton sur *la radiation de quadrupole.* La supraconductivité a été traitée par Meissner d'une façon très complète et bien ordonnée. Les récents progrès de *la théorie électronique des métaux* sont résumés par Peierls avec un minimum d'appareil mathématique et un maximum d'esprit critique. Nous avons lu également avec beaucoup d'intérêt la mise au point de Voigt concernant *le magnétisme des éléments métalliques* et nous pouvons recommander à tous les minéralogistes la synthèse très complète et très documentée de Schiebold sur *la structure cristalline des silicates.*

On voit que par la variété et le nombre des questions traitées, le présent ouvrage prend une importance considérable aux yeux de tous ceux qui cherchent à suivre de près les progrès incessants des sciences exactes. L. B.

3° Sciences médicales.

Govaerts (Paul) et **Cambier** (P.). — **La Diurèse consécutive à l'absorption d'eau par voie entérale et parentérale.** — Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. *Sept.-nov.* 1930.

Le métabolisme de l'eau est une des plus importantes questions de Biologie générale. Les auteurs font remarquer qu'il est plus intéressant de comparer le sang artériel à l'urine que de comparer comme d'autres expérimentateurs, le sang veineux à l'urine. Dans le sang artériel, la teneur en eau augmente peu et les albumines plasmatiques ne diminuent nullement; la teneur en électrolyte diminue peu.

Dans un deuxième mémoire les auteurs passent en revue le cycle diurétique après introduction d'eau distillée, d'eau de robinet, d'eau glucosée, d'eau hypotonique, dans l'estomac, les veines, le péritoine. Par ingestion la diurèse commence après 20 à 30 minutes; la courbe du débit urinaire a une forme en clocher et dure une heure et demie. L'augmentation du volume des urines s'accompagne d'une chute remarquable de la teneur en chlorures.

La diurèse par injection d'eau est abondante, tardive et de longue durée. L'urine est riche en chlorures.

Injection intrapéritonéale d'eau glucosée : au bout d'un temps assez prolongé (90 à 210 minutes) il s'installe une diurèse de moyenne intensité, accompagnée d'une chute considérable des chlorures.

Les auteurs font une série d'expériences pour démontrer que le cycle de la diurèse n'est pas dû à une hormone duodénale, comme cela avait été antérieurement soutenu.

Ni la dilution des colloïdes plasmatiques, ni l'augmentation de la teneur en eau du sang, ni la diminution de la concentration des sels dissous ne représentent le stimulus de la diurèse aqueuse. Il est nécessaire d'admettre qu'après ingestion d'eau il existe un changement qualitatif dans la nature du travail rénal.

Je souscrirais à cette conclusion. Mais les auteurs ont tenu compte seulement dans les conditions expérimentales des facteurs tenant à l'espace sans dire un seul mot des facteurs tenant à la durée. Ils sont passés à côté du fait essentiel. Les changements qualitatifs concernent moins le rein que l'organisme dans sa totalité. Il y a des moments plus favorables à la diurèse que d'autres. Ces moments dépendent de corrélations entre rythmes fonctionnels. Tous les tissus sont intéressés au métabolisme de l'eau. A chaque instant, suivant les besoins organiques, le métabolisme de l'eau s'adapte à des circonstances très diverses. A part quelques faits analytiques intéressants, les auteurs n'ayant pas adopté une large vue synthétique sur la Biologie des Rythmes, nous apprennent peu de choses à retenir.

René Porak.

4° Art de l'Ingénieur.

Maurer (P.). — **Exploitation des Compteurs d'énergie électrique.** — 1 *vol. in-8° raisin de* 344 *p. avec* 140 *figures. Librairie Polytechnique Ch. Béranger, Paris,* 1931 *(Prix : relié,* 90 *francs).*

L'objet de cet ouvrage est de renseigner les distributeurs d'énergie électrique; bien entendu les lec-

teurs ne devront pas s'attendre à trouver ici une théorie mathématique des compteurs, théorie qui, d'ailleurs, ne pourrait être qu'incomplète et imparfaite dans l'état actuel de nos connaissances.

L'exploitation des compteurs est un problème que se pose tout distributeur quand le nombre des abonnés devient important. Ce problème se pose avec d'autant plus d'acuité que les distributeurs se sont désintéressés de la question tant que le nombre de leurs abonnés était modeste.

Contrairement à l'idée qu'un compteur doit, une fois posé, fonctionner sans défaillance pendant longtemps, on doit au contraire regarder cet appareil comme un organisme sensible de laboratoire, et qui a, par suite, besoin de soins et d'entretien.

Si le compteur est la caisse enregistreuse du distributeur il est aussi pour l'abonné le défenseur de son porte-monnaie, il a donc droit à beaucoup d'égards.

Si les grandes compagnies possèdent un service de compteurs convenablement outillé, les petits distributeurs commencent aussi à entrer dans cette voie.

C'est pour favoriser le développement et perfectionner cet organisme que cette étude a été entreprise.

L'ouvrage se compose de trois parties essentielles : la première a trait à la tarification et à l'étude de tous les appareils de comptage correspondants. La deuxième s'occupe particulièrement de l'exploitation des compteurs, étudie leur réception, leur entretien et leur vérification; enfin la troisième a trait à l'organisation générale d'un service de compteurs et d'un laboratoire de contrôle.

L. P.

5° Géographie.

Furon (Raymond), *Docteur ès Sciences.* — **Bibliographie géologique de l'Afrique Occidentale Française.** — *Paru dans le* Bulletin de l'Agence générale des Colonies, *juillet* 1932, *p.* 1089-1119.

M. Raymond Furon a dressé une très précieuse bibliographie groupant tous les nombreux travaux scientifiques se rapportant à la géologie de l'Afrique Occidentale Française. Le nombre des œuvres citées s'élève à 429, et elles ont toutes une sérieuse valeur scientifique.

L'auteur présente d'abord un aperçu général sur les principales formations sédimentaires qui existent dans l'Afrique Occidentale Française, en indiquant leurs matériels principaux et leur répartition géographique. Il signale ensuite tous les travaux présentant un intérêt général pour la colonie entière.

Après ces généralités, l'auteur, envisageant une à une les colonies diverses qui, par leur réunion, forment la colonie générale de l'Afrique Occidentale Française, présente successivement tous les travaux se rapportant au Sénégal et à la Mauritanie, au Soudan (Soudan français, Niger, Haute-Volta), à la Guinée Française, à la Côte d'Ivoire, au Dahomey et au Togo. Avant de commencer les listes d'ouvrages, il est donné sur chaque colonie un aperçu des terrains sédimentaires qui s'y trouvent.

Par la richesse de sa documentation, cette bibliographie offre un très haut intérêt pour toutes les connaissances naturelles sur le sol de ces pays, et ces connaissances offrent le plus haut intérêt aussi pour assurer la mise en valeur du pays, toute tentative se basant avec sûreté sur la nature du sol de la région. Aussi ce travail mérite-t-il de fixer l'attention de nos coloniaux pour guider tous leurs efforts sur des bases scientifiques solides.

G. Regelsperger.

6° Sciences diverses

Matériaux pour l'Etude des Calamités. *Genève, Société de Géographie.*

Cette revue du plus grand intérêt expose les principales calamités qui surviennent dans le monde et cherche à étudier les meilleurs procédés pour éviter à l'avenir les désastres. On trouvera réunis des études géographiques et géologiques (inondations, éruptions volcaniques, tremblements de terre) et des études d'histoire naturelle (les migrations de sauterelles). A souligner de 1930 à 1932 les études approfondies sur les inondations (Mississipi, Garonne, Pô).

O. Messerly (n° 3, 1931) fait l'exposé le plus complet des procédés qui permettent d'éviter les désastres par inondation. Maurice Pradé, étudiant les crues de la Garonne (n° 4, 1930) fait une critique judicieuse du reboisement, insiste sur la nécessité d'établir des réservoirs le long du Tarn et de munir d'un endiguement à tout épreuve les bas quartiers de Montauban et de Moissac. Le service hydrographique prévient en général à temps (sauf à Millau, Mazamet, Castres et Lavaur en raison de l'extrême rapidité de la propagation) mais l'insouciance des municipalités et même des habitants a été la principale cause des désastres lors de l'inondation de la Garonne, en mars 1930.

R. Porak.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Juin 1932.

G. Urbain : Essai de théorie coordinative de la constitution des composés organiques. — **C. Camichel, P. Dupin** et **M. Teissiesolier** : Sur le régime non turbulent au delà du critérium des tourbillons alternés. — **Lucien Daniel** : Nouvelles recherches sur la descendance de certaines Composées greffées. — **Ehresmann** : Les invariants intégraux et la topologie de l'espace projectif réglé. — **D. V. Jonesco** : Certaines courbes qui généralisent les coniques. — **Rud. Fueter** : Formes d'Hermite groupes de Picard et théorie des idéaux de quaternions. — **M. Ghermanesco** : Sur le problème de Riquier. — **Arnaud Denjoy** : Sur les caractéristiques du tore. — **Alex. Froda** : Sur la mesurabilité verticale des fonctions de variables réelles. — **J. Le Roux** : Sur les invariants différentiels des groupes de relativité. — **J. Haag** : Théorie générale de la suspension élastique des pendules. — **G. Siadbei** : Sur la mesure de la résistance opposée par un milieu visqueux au mouvement des corps. — **J. Rossignol** : Problème touchant des tourbillons cylindriques de section finie. — **André Douillet** : Sur un appareil d'accouplement élastique permettant la mesure et l'enregistrement graphique des couples de rotation. — **Emile Belot** : Orientation originelle et actuelle des orbites des petites planètes et de Jupiter en rapport avec les causes des excentricités primitives. — **E. Eginitis** : Sur une erreur de Posidonius et son influence sur la découverte de l'Amérique. — **L. Neel** : Susceptibilité magnétique de la vapeur de soufre. — **J. Lecomte** : Essai de coordination des bandes d'absorption infra-rouges de quelques carbures à noyaux. — **Maurice Curie** et **Jean Saddy** : Sulfures phosphorescents : Action extinctrice des métaux du groupe du fer. — **Marcel Cau** : Sur l'interprétation d'un effet magnéto-optique. — **Jacques de Lassus Saint-Genies** : Sur une solution partielle de la photographie intégrale. — **W. Broniewski** et **K. Wesolowski** : Les alliages or-argent comme types de solutions solides continues. — **A. Michel-Levy** et **H. Muraour** : Sur certains corps modifiant la biréfringence des nitrocelluloses. — **F. Bourion** et Mlle **O. Hun** : Etude cryoscopique de l'éther et de l'acétone dans les solutions de chlorure de potassium. — **Desmaroux** et **Mathieu** : Remarques sux la structure des films de nitrocellulose de fort taux d'azote. — **Paul Renaud** : Sur un caoutchouc minéral. — **G. Darzens** et **André Levy** : Nouvelle synthèse de l'eudaline. — **A. Hodaghian** et **R. Levaillant** : Action de l'hydrure de l'hydrure de lithium sur le chlorure de benzoyle. — **Marcel Godchot** et **Max Mousseron** : Sur le 2-aminocyclopentanol et son dédoublement en ses antipodes optiques. — **Lucien Semichon** et **Michel Flanzy** : Applications de l'oxydation chromique à quelques diacides. — **L. Palfray, S. Sabetay** et Mlle **Denise Sontag** : Sur l'x-vinylnaphtalène et sur les résines polyvinylnaphtaléniques. — **Charles Dufraisse** et **Roger Vieillefosse** : Application de l'effet antioxygène au problème de la lutte contre l'incendie. Extinction de la braise en présence d'oxygène. — **Georges Laude** : Sur la synthèse de l'acide cyanique et de l'urée par oxydation ammoniacale des principes carbonés. — **R. Bureau** : Recherches goniométriques sur les atmosphériques. — **Pierre Gavaudan** : Sur l'identité du vacuome métachromatique et de la leucosine des Monadinées et Chrysomonadinées. — **A. Damiens** et Mlle **S. Blaignan** : Sur le brome normal (règne végétal) : Plantes et fruits comestibles. — **Ph. Joyet-Lavergne** : Sur le rôle du chondriome dans les manifestations de la sexualisation cytoplasmique. — **A. Magnan** et **A. Sainte-Laguë** : Sur le vol par battement au point fixe. — **Philippe Fabre** : Sur l'efficacité excitatrice des décharges de condensateur au dessous de la rhéobase. — Mme **Phisalix** : Action vaccinante réciproque des venins d'Abeille et de Vipère aspic. — **Legroux, Kemal-Djemil** et Mme **Colette Jeramec** : Immunisation des cobayes contre la morve. — **J. Lignières** : Phénomènes paradoxaux de la propriété immunisante du virus aphteux

Séance du 13 Juin 1932.

H. Deslandres : Relations simples du spectre moléculaire avec la structure de la molécule. — **Gabriel Bertrand** et **L. Silberstein** : Sur la présence de sulfures minéraux dans une terre arable. — **D'Arsonval** : Applications médicales des émanations radioactives d'après les travaux de M. G. Vaugeois. — **Léon Guillet, Auguste Le Thomas** et **Marcel Ballay** : Les propriétés des cupronickels à l'étain et au silicium employés pour obturateurs à vapeurs. — **C. Camichel** et **L. Escande** : La similitude des systèmes en charge sans dimensions linéaires propres. — **Maurice Janet** : Détermination explicite de certains minima dans des problèmes sans conditions aux limites. — **P. L. Strivastata** et **S. P. Jain** : Sur les singularités de l'intégrale de Laplace-Abel. — **C. E. Winn** : Sur la relation entre une suite donnée et une autre suite dérivée avec le même intervalle d'oscillation. — **N. Cioranesco** : Nouveaux problèmes sur les équations aux dérivées partielles du second ordre et du type hyperbolique. — **W. Orlicz** : Quelques théorèmes sur les séries orthogonales. — Mlle **M. L. Cartwright** : Sur quelques propriétés des directions de Borel des fonctions entières d'ordre fini. — **Pierre-Ernest Mercier** : Formes intrinsèques des lois du mouvement plan (mouvement permanent). — **Emile Sevin** : A propos du rôle de la rotation des particules matérielles dans l'évolution de l'univers. — **Lew Kowarski** : Sur les cristaux très minces à contours curvilignes. — **D. G. Dervichian** : Surfaces et volumes moléculaires dans les solutions superficielles — **R. Lucas** et **P. Riquard** : Nouvelles propriétés optiques des liquides soumis à des ondes ultra-sonores.

— **Jean Cabannes** : Règles de polarisation des raies Raman dans les cristaux. — **Constantin Salceanu** : Influence de la température sur la dispersion rotatoire naturelle et magnétique de trois pinènes. — **René Wurmser** et Mlle **Z. de Boé** : Sur le potentiel d'oxydo-réduction du système acide tartrique-acide-pyruvique. — **W. S. Reich** : Contribution à l'étude du glycogène. — **Hardouin, Cochet** et **de Fleury** : Viscosités des flux et laitiers de fusion pour magnésium. — **Urion** : Décomposition thermique des acyloïnes. — **Maurice Leriche** : Sur des vestiges d'une formation estuarienne, d'âge yprésien, remaniés à la base du Lutétien de la bordure occidentale du bassin de Paris. — **H. Vincienne** : Les décrochements horizontaux dans le sud du Jura : rôle tectonique et morphologique. — **Edouard Roch** : Observations géologiques dans la région d'Entifa et des Beni Ayatt au nord-est de Marrakech (Maroc). — **V. Frolow** : Régime des sels dissous dans les eaux souterraines de la région de Palmyre. — **A.** et **R. Sartory, J. Meyer** et **M. Antonioli** : Recherches cytologiques sur le développement d'une Microsiphonée. — **Paul Becquerel** : La reviviscence des plantules desséchées soumises aux actions du vide et des très basses températures. — **R. Echevin** : La migration automnale du phosphore des feuilles chez les arbres. — Mme **H. Heldt** : Sur la fécondation chez la crevette rose du large (*Parapenoeus longirostris Lucas*). — **Paul Wintrebert** : La ligne primitive des Amphibiens, phase nouvelle du développement révélé par les marques colorées. — **Marcel Avel** : Sur une expérience permettant d'obtenir la régénération de la tête en l'absence certaine de la chaîne nerveuse ventrale ancienne chez les Lombriciens. — **E. Biancani, E. Biancani** et **A. Dognon** : Actions des ondes ultra-sonores sur les cellules isolées en suspension. — **Georges Deflandre** : Sur le genre de Podamphora et ses relations avec les Ebraciées. — **F. Labrousse** : La fonction fluorescigène chez les Bactéries phytopathogènes. — **A. W. Sellards** et **J. Laigret** : Contrôle par épreuve sur *Macahus rhesus*, du pouvoir protecteur du sérum des hommes vaccinés contre la fièvre jaune avec le virus de souris. — **E. Roubaud** et **J. Colas-Belcour** : Adaptation à la vie submergée hivernale chez les larves d'*Anopheles plumbeus*. — **A. L. Herrera** : Influence de la glycérine sur les formes organiques produites par le formol, le sulfure d'ammonium et l'acide nitrique.

ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS

Séance du 14 juin 1932.

Correspondance officielle. — M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques. Rapports et renseignements statistiques relatifs au Service de la Protection des enfants du premier âge pendant l'année 1931 pour 56 départements. — M. **Le Préfet du Morbihan** : Envoi du rapport de l'Inspecteur de l'Assistance publique sur les épidémies survenues dans son département en 1931.

Correspondance non officielle. — M. **Empéranger** : Envoi d'un rapport sur le fonctionnement du Service de la protection de l'enfance dans le département des Hautes-Pyrénées. — M. **Turchini** : Lettre de candidature au titre de correspondant national dans la quatrième division (Sciences biologiques, physiques, chimiques et naturelles). — M. **Laffont** : Lettre de candidature au titre de correspondant national dans la deuxième division (Chirurgie, accouchements et spécialités chirurgicales).

Présentations d'ouvrages imprimés. — M. **H. Velu** : Eléments de Pathologie exotique. — MM. **Nègre** et **Boquet** : Le traitement de la tuberculose par l'antigène méthylique. — M. **le Préfet de la Sarthe** : Rapport sur les résultats obtenus dans ce département par la vaccination antidiphtérique.

Rapports. — M. **Meillère** : Sur une demande en autorisation d'eau minérale. — M. **Tiffeneau** : Sur l'herboristerie médicinale.

Elections. — MM. **Surmont** et **Nicolas** sont élus correspondants nationaux dans la première division (Médecine et spécialités médicales).

Communication. — MM. **G. Cazeneuve, A. Morel** et **H. L. de Leeuw** : L'hygiène et l'industrie des soies artificielles. Discussion : M. **de Lapersonne**. — MM. **Cazeneuve, de Lapersonne, Lapicque, Morax** et **J. Bertrand** sont désignés pour étudier la communication faite par M. **Cazeneuve**.

Lectures. — MM. **A. Cade, Ph. Barral, Huc d'Arrac** et **H. Seguin** : Importance de l'état glycémique préalable sur l'intensité du choc provoqué. Le glucose agent protecteur contre le choc. Conséquences pathologiques et thérapeutiques. — MM. **L. Langeron** et **R. Desplats** : Résultats thérapeutiques obtenus par la radiothérapie des régions surrénales dans 40 cas d'oblitérations artérielles des membres. — M. **André Kling** : La stérilisation des eaux d'alimentation domestique par l'argent métallique. — M. **Didier** : Sur un cas de septicémie à streptocoques d'origine otitique traitée et guérie par le sérum antistreptococcique du Prof. H. Vincent. — M. **Serge Yourievitch** : Une nouvelle méthode d'enregistrement des mouvements oculaires. Le cinégraphe oculaire.

Le Gérant : **Gaston Doin.**

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens.—10-32.